



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101681053 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 21

(21) 申请号 200880015829. 1

安德鲁·J·欧德科克 杨朝晖

(22) 申请日 2008. 05. 19

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

(30) 优先权数据

60/939, 085 2007. 05. 20 US

代理人 顾红霞 何胜勇

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 11. 12

(51) Int. Cl.

G02F 1/13357(2006. 01)

G02B 6/00(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/064115 2008. 05. 19

(56) 对比文件

US 2004/0196667 A1, 2004. 10. 07,

EP 1133705 B1, 2004. 08. 04,

US 2001/0030857 A1, 2001. 10. 18,

JP 特开平 9-5737 A, 1997. 01. 10,

US 2002/0141194 A1, 2002. 10. 03,

CN 1134606 C, 2004. 01. 14,

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

审查员 刘呈权

(72) 发明人 迈克尔·F·韦伯

蒂莫西·J·内维特

约翰·A·惠特利

罗尔夫·W·比尔纳特

戴维·G·弗赖尔 吉勒·J·伯努瓦

查尔斯·D·霍伊尔

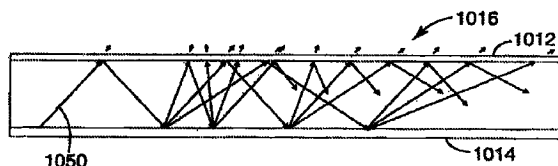
权利要求书 1 页 说明书 22 页 附图 8 页

(54) 发明名称

具有半镜面元件的循环背光源

(57) 摘要

一种具有“半镜面”元件的空心光循环腔背光源,所述半镜面元件提供平衡的镜面反射光和漫反射光,改善光输出的均匀度。所述元件可以布置在反射器(1021)、(1014)上或布置在所述腔体(1016)内。这种平衡可通过将所述元件的“传播率”设计在一定范围内来实现,所述传播率由 $(F-B)/(F+B)$ (F和B分别为所述元件在所述腔体的平面内向前和向后散射的入射光的量)定义。此外,所述前反射器和所述后反射器的“半球”反射率的乘积也应在给定范围内。或者,“腔体传播值”,一种衡量所述腔体将注入光从注入点向所述腔体内的远端点传播的能力的量度应处于另一个范围内,并且所述后反射器的所述“半球”反射率应为 > 0.7 。



1. 一种背光源,包括:

形成空心光循环腔的前反射器和后反射器,所述前反射器为部分透射的,从而得到输出照明区域;

为所述空心光循环腔提供镜面反射特性与漫射特性的所需平衡的元件,所述元件的特征在于:15度入射角的传播率大于15%,并且45度入射角的传播率小于95%,其中所述前反射器或所述后反射器为所述元件或包括所述元件,或者所述元件不同于所述前反射器和所述后反射器;以及

一个或多个光源构件,所述光源构件被设置成以有限的角分布向所述光循环腔发出光;

其中,所述前反射器对于非偏振可见光具有半球反射率 R_{hemi}^f ,所述后反射器对于非偏振可见光具有半球反射率 R_{hemi}^b ,并且 $R_{\text{hemi}}^f \times R_{\text{hemi}}^b$ 为至少0.70。

2. 根据权利要求1所述的背光源,其中15度入射角的所述传播率大于20%。

3. 根据权利要求1所述的背光源,其中45度入射角的所述传播率小于90%。

4. 根据权利要求1所述的背光源,其中所述输出照明区域限定了横向平面,并且所述光源构件以相对于所述横向平面范围为0至60度的半最大功率全角宽(FWHM)向所述光循环腔发出光。

5. 根据权利要求4所述的背光源,其中所述光源构件以相对于所述横向平面范围为0至30度的半最大功率全角宽向所述光循环腔发出光。

6. 根据权利要求1所述的背光源,其中所述光源构件包括一个或多个LED。

7. 根据权利要求1所述的背光源,其中所述前反射器具有基本上随入射角增大而增大的反射率,以及基本上随入射角增大而减小的透射率。

8. 根据权利要求7所述的背光源,其中所述前反射器的反射率和透射率是针对任何入射平面内的非偏振可见光。

9. 根据权利要求1所述的背光源,其中 $R_{\text{hemi}}^f \times R_{\text{hemi}}^b$ 为至少0.75。

10. 根据权利要求9所述的背光源,其中 $R_{\text{hemi}}^f \times R_{\text{hemi}}^b$ 为至少0.80。

具有半镜面元件的循环背光源

[0001] 相关专利申请

[0002] 将下述共同持有和共同待审的 PCT 专利申请以引用方式并入本文中：PCT 专利申请 No. XXXX/XXXXXX, 名称为“Backlight and Display System Using Same”(背光源及使用该背光源的显示系统)(代理人案卷号 63274W0004)；PCT 专利申请 No. XXXX/XXXXXX, 名称为“Thin Hollow Backlights With Beneficial Design Characteristics”(具有有益设计特性的薄型空心背光源)(代理人案卷号 63031W0003)；PCT 专利申请 No. XXXX/XXXXXX, 名称为“White Light Backlights and the Like With Efficient Utilization of Colored LED Sources”(有效利用彩色 LED 光源的白光背光源等等)(代理人案卷号 63033W0004)；以及 PCT 专利申请 No. XXXX/XXXXXX, 名称为“Collimating Light Injectors for Edge-Lit Backlights”(侧光式背光源的准直光注入器)(代理人案卷号 63034W0004)。

技术领域

[0003] 本发明涉及适用于从背面照明显示器或其他图形的扩展面光源，其通常称为背光源，以及涉及类似的扩展照明装置。本发明特别适用于包括前反射器和后反射器，并在其间形成空心光循环腔的背光源。

背景技术

[0004] 根据内部光源与背光源输出区域的相对位置，可将背光源归入两类中的一类；其中背光源的“输出区域”对应于显示设备的可视区域或范围。在本文中，背光源的“输出区域”有时称为“输出范围”或“输出表面”，以便将该范围或表面本身与该范围或表面的面积（以平方米、平方毫米、平方英寸等为单位的数值量）区分开来。

[0005] 第一类背光源为“侧光式”。从平面图上看，在侧光式背光源中，沿着背光源构造的外边界或外周边（通常在与输出区域相对应的区域以外）设置了一个或多个光源。这些光源通常被背光源输出区域边缘的框架或挡板遮蔽。光源发出的光通常进入称为“光导装置”的元件内，特别是在需要使用超薄型背光源的情况下，例如在膝上型计算机的显示器中。光导装置是一种透明的、实心的且相对薄的板，其长度和宽度与背光源的输出区域接近。光导装置利用全内反射（TIR），将安装在边缘的灯发出的光进行传播或导向，使其沿着光导装置的整个长度或宽度到达背光源的对边，在光导装置的表面上设置有非均匀图案的局部提取结构，以使离开光导装置的某些已导向光重新导向至背光源的输出区域。此类背光源通常还包括光管理膜以增加同轴亮度，例如设置在光导装置之后或之下的反光材料，以及设置在光导装置之前或之上的反射偏振膜和棱镜 BEF 膜。

[0006] 申请人认为，现有的侧光式背光源的缺点或不足之处包括：与光导装置相关的质量或重量的相对较大，特别是对于较大的背光源尺寸而言；由于光导装置必须针对特定的背光源尺寸以及特定的光源构造而注射成型或加工，因此需要使用的元件在背光源间不可互换；与现有的提取结构布置一样，需要使用的元件要求背光源的不同位置具有相当大的空间不均匀度；而且，随着背光源尺寸的增加，由于沿着显示器边缘的空间或“实际使用面

积”有限,提供充足照明的困难性也相应增加,这是因为矩形的周长与面积的比率随特征性面内尺寸 L 的增大(如对于给定长宽比的矩形而言为背光源输出区域的长度或宽度或对角线量值)而线性降低($1/L$)。

[0007] 第二类背光源为“直接照明式”。从平面图上看,在直接照明式背光源中,基本上在与输出区域相对应的区域中设置了一个或多个光源,这些光源通常在该区域内以规则的阵列或图案布置。或者可以换句话说,在直接照明式背光源中,光源被直接设置在背光源输出区域的正后方。强扩散板通常安装在光源的上方以使光散布在输出区域上。此外,诸如反射偏振模和棱镜 BEF 膜之类的光管理膜也可设置在扩散板的上方以提高同轴亮度和效率。

[0008] 申请人认为,现有的直接照明式背光源的缺点或不足之处包括:与强扩散板相关的效率低下;就 LED 光源而言,需要使用大量的此类光源来保证足够的均匀度和亮度,这就涉及较高的元件成本和产热;此外,为避免光源产生不均匀和不可取的“击穿”现象(其中在各光源之上的输出区域中会出现亮点)而限制了背光源可实现的薄度。

[0009] 在一些情况下,直接照明式背光源还可以包括位于背光源周边的一个或多个光源,或者侧光式背光源可以包括位于输出区域正后方的一个或多个光源。在这些情况下,如果大部分光从背光源输出区域的正后方发出,则认为背光源为“直接照明式”,而如果大部分光从背光源输出区域的周边发出,则认为背光源为“侧光式”。

[0010] 通常将这两种类型的背光源中的一种与基于液晶(LC)的显示器搭配使用。由于液晶显示器(LCD)面板的运行原理仅利用光的一个偏振态,因此对于 LCD 应用而言,了解背光源的正确或可用偏振态的光的亮度和均匀度可能十分重要,而不只是可能为非偏振态的光的亮度和均匀度。在这点上,如果所有其他因素相同,则在 LCD 应用中,主要或只发射具有有用偏振态光的背光源比发射非偏振光的背光源更有效。然而,即便背光源发出的光不只是处于可用偏振态,甚至于发射随机偏振光,也仍然完全可用于 LCD 应用,因为无用偏振光可轻易被设置在 LCD 面板背面的吸收型偏振器除去。

发明内容

[0011] 本专利申请特别是公开了具有设定的漫射特性和镜面反射特性组合的反射和/或透射膜、表面或其他元件。本文将这些元件称为“半镜面”元件,它们可由称为“传播率”的量值来表征,而传播率为入射角的函数。当将它们适当地设置在合适的空心循环腔背光源(其输出表面即前表面具有高的半球反射率值(R_{hemi}^f))内时,它们可有助于改善背光源的输出特性,并使得背光源的构造具有新的设计空间。

[0012] 本专利申请公开了(例如)这样的背光源,其包括形成空心光循环腔的前反射器和后反射器,其中前反射器为部分透射以提供输出照明区域,以及设置为以有限角度分布向光循环腔内发出光的一个或多个光源。重要的是,这种背光源还包括一种元件,该元件为腔体提供镜面反射特性与漫射特性的所需平衡,该元件的特征在于其传播率在入射角为 15 度时大于 15% 并且在入射角为 45 度时小于 95%。前反射器或后反射器为上述元件或包括上述元件,或者该元件与前反射器和后反射器不同。在一些情况下,该元件的传播率在入射角为 15 度时大于 20%,或者在入射角为 45 度时小于 90%。

[0013] 所述光源可以限定的或部分准直的角度分布向光循环腔发射光,这些光源可包括小面积 LED 光源和楔形反射器。例如,注入光可以被准直以具有以平行于背光源输出区域

的横向平面为中心、范围为 0 至 60 度或 0 至 30 度的半最大功率全角宽 (full angle-width at half maximum power, FWHM)。在这种情况下,光循环腔的前反射器有利地具有基本上随入射角增加而增加的反射率,以及基本上随入射角增加而减小的透射率。这种反射率和透射率可以是针对任何入射平面内的非偏振可见光,或者针对某一平面内具有有用偏振态的入射光,对于该平面而言,具有有用偏振态的斜光为 p 偏振光。

[0014] 在另一方面,本发明提供一种空心光循环腔,其包括前反射器和后反射器,前反射器为部分透射的,以提供输出照明区域,其中空心光循环腔的腔体传播值大于约 0.5 并小于约 0.95,并且前反射器的半球反射率 R_{hemi} 大于约 0.6。

[0015] 通过以下详细描述,本发明的这些方面和其他方面将显而易见。然而,在任何情况下,都不应将上述概述理解为是对要求保护的主题的限制,该主题仅受所附权利要求书的限定,并且在审查期间可以进行修改。

附图说明

[0016] 在整篇说明书中都参考了附图,在这些附图中,相同的附图标记表示相同的元件,并且其中:

[0017] 图 1 为一般循环背光源或类似扩展面光源的示意性侧视图;

[0018] 图 1a 为表面的透视图,示出了不同的入射平面和不同的偏振状态;

[0019] 图 2 为包括实心光导装置的侧光式背光源的示意性侧视图;

[0020] 图 3 为包括空心循环腔的侧光式背光源的示意性侧视图;

[0021] 图 4 为包括空心循环腔和光源构件的侧光式背光源的示意性侧视图,其中光源构件被设置成向腔体发射有限角度分布的光;

[0022] 图 5 为包括实心光导装置的侧光式背光源的示意性侧视图,用以演示光注入原理;

[0023] 图 6 为包括实心光导装置的侧光式背光源的示意性俯视图,同样用以演示光注入原理;

[0024] 图 7 为包括空心循环腔的直接照明式背光源的示意性侧视图;

[0025] 图 8-10 为包括空心循环腔的背光源的示意性侧视图,对镜面反射器、朗伯反射器和半镜面反射器的效应进行了比较;

[0026] 图 11 为包括空心循环腔的直接照明式背光源的示意性侧视图;

[0027] 图 12 为样品膜的反射光的锥光图;

[0028] 图 13a 为图 12 膜的所测亮度与观察角度关系的曲线图,其中在入射平面内 ($\varphi = 0$) 测量亮度;

[0029] 图 13b 为图 12 膜的所测亮度与观察角度关系的曲线图,其中在与入射平面垂直的平面内 ($\varphi = 90$) 测量亮度;

[0030] 图 14 为多种样品膜的传播率 T 与入射角关系的图线;

[0031] 图 15a-b、图 16、图 17a-b、图 19a-b 和图 20a-b 为其他供试膜的所测亮度与观察角度的关系的图线;而

[0032] 图 18a-b 为实例 G-H 的膜的反射光的锥光图,其中膜具有相对于实例 G 的入射平面的第一取向,以及相对于实例 H 的入射平面的第二取向,并且第一取向相对于第二取向

旋转了 90 度。

具体实施方式

[0033] 下一代背光源若能结合下述某些或所有特性,同时提供足以满足预期应用的亮度和空间均匀度,将会大有裨益:薄型;设计简洁,例如使用最少的膜元件和最少的光源,以及便利的光源布局;重量轻;不使用或不需要从背光源的一处至另一处空间上基本不均匀的膜元件(例如无明显的梯度);与 LED 光源兼容,以及与其他小面积、高亮度光源(例如固态激光源)兼容;对与同一标称颜色的所有 LED 光源中的颜色差异有关的问题不敏感;对 LED 光源中某些部分的烧坏或其他故障尽可能不敏感;以及能消除或减少在上述背景技术章节中提及的至少某些不足之处和缺点。

[0034] 这些特性能否成功应用在背光源中部分取决于对背光源照明所用的光源的类型。例如,CCFL 在其狭长的发射区域之上发射白光,而这些发射区域也能将一些光散射并碰撞在 CCFL 上,例如就像发生在循环腔中的情形。然而,通常 CCFL 发射的光的角分布实际上为朗伯分布,这在给定背光源设计中可能是无效的或者说是不可取的。另外,虽然 CCFL 的发射表面在一定程度上为漫反射的,但申请人发现,如果需要高循环腔,则该发射表面通常也具有较大的吸收损耗。LED 晶粒也朗伯式地发射光,但由于其相对于 CCFL 尺寸小很多,LED 的光分布可以容易地进行修饰,例如,用集成封装透镜反射器或提取器进行修饰,以使所得封装 LED 为前发光体、侧发光体或其他非朗伯式分布。这种非朗伯式分布可为本发明所公开的背光源提供重要优势。然而,由于 LED 光源相对于 CCFL 尺寸更小并且强度更高,也使得使用 LED 时更难以产生空间均匀的背光源输出区域。当使用单独的彩色 LED(例如红/绿/蓝(RGB)LED 的组合)产生白光时尤其如此,因为如果不能提供充分地侧向传送或混合这种光,很容易产生不可取的彩色光带或光区。在白光 LED 中,通过用发射蓝光或紫外线的 LED 晶粒激发荧光粉,可在大小接近 LED 晶粒的较小区域或空间内产生强烈的白光,因此可用于降低这种颜色不均匀性,但是白光 LED 目前不能提供如用单个彩色 LED 布置所实现的那样宽的 LCD 色域,因此也不适合所有最终应用。

[0035] 申请人已发现了几种背光源设计特点的组合,这些组合可与 LED 光源照明相容,并且使背光源设计在至少某些方面能超越最新市售 LCD 装置中的背光源。这些背光源设计特点包括下列一些或全部:

[0036] ● 光循环腔,在该光循环腔中大部分光在离开半透射半反射的前反射器前,在大体上共同延伸的前反射器和后反射器之间经历多次反射;

[0037] ● 通过例如以下方式将循环腔中光传播的总损耗保持在相当低的水平:提供低吸收损耗的基本上封闭的腔体(包括低损耗前反射器、后反射器和侧反射器),并且通过例如确保所有光源的累积发射区域仅占背光源输出区域的一小部分,将与光源有关的损耗保持到很低;

[0038] ● 光循环腔是空心的,即光在腔体中的侧向传播主要是在空气、真空等中进行,而不是在诸如丙烯酸类树脂或玻璃等光学致密介质中进行;

[0039] ● 就设计为仅发出特定(可用)偏振态光的背光源而言,其前反射器具有足够高的反射率,使得这种可用光支持侧向传播或发散,并且使得光线角度随机化以实现合格的背光源输出空间均匀度,同时又具有足够高的透射率,形成合适的应用可用角度,确保背光

源在应用中具有合格的亮度；

[0040] ●光循环腔中包括为腔体提供镜面反射特性与漫射特性的平衡的一个或多个元件,所述元件具有足够的镜面反射率,以使光在腔体中进行充分的侧向传播或混合,同时又具有足够的漫反射率,以使腔体内稳态光的角分布基本均匀,即使当光仅以窄角度范围注入腔体时也是这样(此外,就设计为仅发出特定(可用)偏振态光的背光源而言,腔体内的循环优选使得反射光的偏振相对于入射光的偏振态具有一定的随机度,以形成将无用偏振光转换为可用偏振光的机制);

[0041] ●循环腔的前反射器的反射率通常随入射角增大而增加,而透射率则通常随入射角增大而减小,其中反射率和透射率是针对非偏振态可见光 and 任何入射平面,和/或针对某一平面内具有可用偏振态的入射光,对于该平面而言,具有可用偏振态的斜光为 p 偏振光(此外,前反射器具有高半球反射率值,同时还对应用中可用的光具有足够高的透射率);

[0042] ●光注入光学器件将最初注入循环腔的光部分准直或限制到接近于横向平面(与背光源输出区域平行)的传播方向,例如注入光束具有相对于横向平面、范围从 0 至 90 度或从 0 至 60 度或从 0 至 30 度的半最大功率全角宽度(FWHM)。在某些情况下,可能理想的是,最大功率的注入光能在横向平面下方以与横向平面不大于 40 度的夹角向下投射,在其他情况下,最大功率的注入光能在横向平面上方朝前反射器方向以与横向平面不大于 40 度的夹角向上投射。

[0043] LCD 面板的背光源的最简单形式包括发光表面,例如 LED 晶粒的活性发射表面或 CCFL 灯管中荧光粉的外层;以及一种几何光学装置,该装置以产生扩展或大面积的照明表面或范围(称为背光源输出区域)这样的方式来分配或散布光,光的发射亮度在空间上为均匀的。一般来讲,由于与所有背光源腔体表面的相互作用,以及与发光表面的相互作用,这种将亮度很高的局部光源转换成大面积均匀输出表面的方法会导致光损耗。大体来说,没有通过这种方法穿过与前反射器相关的输出区域或表面可任选地进入所需的应用观察锥(如果有的话),并具有特定(如 LCD 可用的)偏振态(如果有的话)-的任何光均为“损耗”光。在共同转让的相关专利申请中,我们通过两个重要参数描述了一种赋予包括循环腔的任何背光源独特特征的方法。该相关 PCT 专利申请的名称为“Thin Hollow Backlights With Beneficial Design Characteristics”(具有有益设计特性的薄型空心背光源)(代理人案卷号 63031W0003)。

[0044] 现在将注意力转移至图 1 中所示的一般背光源 10,其中前反射器 12 和后反射器 14 形成空心光循环腔 16。背光源 10 将光发射到扩展的输出区域或表面 18 上,在本例中,该输出区域或表面对应前反射器 12 的外部主表面。示出的前反射器和后反射器均为平面并且相互平行,在横向维度 13 上共同扩张,该维度也对应于(例如)输出区域 18 的长度或宽度之类的横向维度。前反射器将入射到其上的很大一部分光反射回腔体内,在图中,这表示为初始光束 20 经过反射后,分为相对较强的反射光束 20a 和相对较弱的透射光束 20b。注意,表示各条光束的箭头在本质上是示意性的,例如,示出的不同光束的传播方向以及角度分布并非意图进行完全准确的描绘。

[0045] 回到图中,反射光束 20a 被后反射器 14 强烈反射后形成光束 20c。光束 20c 被前反射器 12 部分透射后产生透射光束 20d,部分反射后产生另一光束(未示出)。前反射器

和后反射器之间的多次反射有助于支持光在腔体中的横向传播,如箭头 22 所示。所有透射光束 20b、20d 等非相干叠加,共同形成背光源输出。

[0046] 为了进行示意性的说明,小区域光源 24a、24b、24c 在图中可供选择的位置处示出,其中光源 24a 标示于侧光位置并设有反射结构 26 以帮助(至少部分地)校准光源 24a 发射的光。光源 24b 和 24c 标示于直接照明位置,而光源 24c 一般与后反射器 14 中设置的洞或小孔(未示出)对齐,以使得光注入腔体 16 内。通常还会在维度 13 的端点处设置反射侧表面(未示出,不同于反射结构 26),优选地将前反射器 12 和后反射器 14 以密封形式连接以将损耗降到最低。在一些直接照明式的实施例中,一般来讲,竖直反射侧表面实际上可以是将背光源与相似或相同的相邻背光源分开的薄隔离物,其中每个这样的背光源实际上都是更大的分区背光源的一部分。各个子背光源中的光源都能以任何所需的组合打开或关闭,以使更大的背光源能够形成由明亮区域和黑暗区域组成的图案。在一些 LCD 应用中,这类分区的背光源可以动态地使用以提高对比度和节约能源。

[0047] 可以通过使用反射和透射光学元件的组合来制造能够将线光源或点光源转变为均一扩展面光源的背光源腔体(或者更一般地说,任意发光腔体)。在许多情况下,所需的腔体相对于其横向尺寸来说是很薄的。用于提供均一扩展面光源的优选腔体为能进行多次反射,在反射过程中既侧向散播光,又使光线方向随机化的腔体。一般来讲,与正面面积相比,光源的面积越小,在腔体的输出区域上形成均一的光强度就越难。

[0048] 历史上,在最薄的背光源中一般使用实心光导装置,并且,除了例如手持设备中使用的显示器之类的非常小的显示器外,都是用例如冷阴极荧光灯(CCLFL)之类的线性连续光源来照明。实心光导装置能通过光的全内反射(TIR)现象,实现低的损耗光传播并在光导装置的顶面和底面进行镜面反射。如本专利申请的其他内容所述,光的这种镜面反射能在光导装置内提供最有效的侧向光传播。设置在实心光导装置的顶面或底面上的提取器重新导向光,以将其引导出光导装置,从而实际上形成部分反射器。

[0049] 然而,实心光导装置用于大型显示器时会出现很多问题,例如成本、重量以及光均匀度。随着单独的红/绿/蓝(RGB)色 LED 的出现,大面积显示器的均匀度问题更加严重,这些 LED 与面积要大许多的背光源输出区域相比事实上是点光源。对于常规直接照明式背光源以及使用实心光导装置的侧光式系统,高强度点光源可引起均匀度问题。如果能制成也可以像在实心光导装置中一样有效进行侧向光传播的空心光导装置,就可以在很大程度上降低均匀度问题。对于偏振和光线角度循环系统,在一些情况下,空心腔体比实心腔体更有利于在整个显示器表面上侧向传播光。一般来讲,背光源工业领域尚缺少能够用于空心光导装置,使之有效实现该功能的一些元件,或者在此类元件已经存在的情况下,人们在此之前尚不能以正确的方式构建空心光导装置来形成均匀、厚度小、效率高的空心光混合腔体。

[0050] 尽管实心光导装置确实能通过光的全内反射(TIR)现象提供有效的顶部和底部反射器,但对于制造薄型均一背光源而言,有效的空心反射腔体与实心光导装置相比仍具有若干优势。实心光导装置主要用于在光与(例如)反射偏振镜和其他增亮膜之类的其他元件发生相互作用之前提供侧向色散。

[0051] 然而,实心光导装置的 TIR 表面不能充分满足现代背光源的所有要求,而且通常需要同时在实心光导装置的上方和下方增加额外的光控膜。当前使用实心光导装置的大多

数系统还另外使用单独的后反射器来利用诸如 BEF 和 DBEF 之类的增亮膜。这些膜可以使提取自光导装置的光实现循环,但由于偏振或光传播角度不适合,这些膜无法用于显示器。后反射器通常为白光反射器,根据其反射特性,该反射器应该基本上为朗伯反射器。然而,大多数侧向传播首先是通过实心光导装置的 TIR 表面实现的,并且在朗伯后反射器的作用下,循环的光经过转化后回到显示器。如果本来就需要单独的顶部和底部光管理膜,则更有效的做法是单独使用这两种膜来形成空心光导装置并同时提供反射型偏振器和其他增亮膜的功能。这样可以省去实心光导装置以及其他增亮膜。

[0052] 我们认为,可以用空气替代实心光导装置,并用高效低损耗镜面或半镜面反射器替代实心光导装置的 TIR 表面。将在下文中说明,这些类型的反射器在促进光在背光源腔体中以最佳方式进行侧向传播方面会是很重要的。光的侧向传播可通过光源的光学构造来启动,或者其可通过采用低损耗半镜面反射器的腔体中光线的广泛循环来引发。

[0053] 我们可以将实心光导装置的 TIR 表面替代为在空间上独立的低损耗反射器,这些反射器分为两类。第一类是用于正面的部分反射器,第二类是用于背面和侧面的全反射器。如上所述,实心光导系统中本来就常常加设有后者。为了在腔体中实现最佳光传播和光混合,前反射器和后反射器均可作为镜面或半镜面反射器,而非朗伯反射器。此外,可以在腔体内的某些位置使用某些类型的半镜面元件,以促进光的均匀混合。在大型光导装置中使用空气作为光侧向传播的主要介质使得能设计出更轻、成本更低并且均匀度更高的显示器背光源。

[0054] 要使空心光导装置能够显著增强光的侧向传播,将光注入腔体的方式非常重要,这与实心光导装置的情况一样。空心光导装置的形式使得能在直接照明式背光源(特别是具有多个光学上相互隔离的区域的背光源)的各个点上注入光。在空心光导系统中,TIR 反射器和朗伯反射器的功能可以通过镜面反射器和半镜面前散射漫射元件的组合来实现。将在下文中说明,过度使用朗伯散射或反射元件并不是理想的做法。

[0055] 我们在此描述的示例性部分反射器(前反射器)-特别是,例如在共同转让的名称为“BACKLIGHT AND DISPLAY SYSTEM USING SAME”(背光源及用其制造的显示系统)(代理人案卷号 63274W0004)的 PCT 专利申请中描述的非对称反射膜(ARF)-提供了低损耗反射器,同时与单独使用实心光导装置中的 TIR 相比,还可更好地控制偏振光的透射和反射。因此,除了在整个显示器表面改善光的侧向分布以外,空心光导装置还可以改进大型系统的偏振控制。使用上述优选 ARF 还可以通过入射角对透射进行有效的控制。这样就可以校准混合腔体中的光,使之具有有效角度,同时还可以使用单个膜构造提供偏振光输出。

[0056] 优选的前反射器具有相对较高的总反射率,以支持腔体内相对较高的循环。我们以“半球反射率”对此进行表征,表示光(其波长在关注的范围内)从所有可能的方向入射在元件(无论是表面、膜还是膜的集合)上时该元件的总反射率。因此,使入射光从以法向为中心的半球内的所有方向(并以所有偏振态,除非另外指明)照射元件,并收集反射进入同一个半球内的所有光。被反射的光的总通量与波长在关注范围内的入射光的总通量之比即为半球反射率 R_{hemi} 。对于循环腔体,以其 R_{hemi} 来表征反射器特别方便,因为光通常从所有角度入射到腔体内表面(无论是前反射器、后反射器还是侧反射器)上。此外,不同于垂直入射角度的反射率, R_{hemi} 对反射率随入射角度的变化不敏感,并且已考虑到该变化;该变化对于某些元件(例如棱柱膜)可能非常显著。

[0057] 事实上,某些前反射器实施例具有(特定于方向的)随入射角偏离法线的程度增大而增加的反射率(以及通常随入射角的增大而减少的透射率),至少对于入射到一个平面的光是这样的。此类反射特性使光优先地以更接近法线(即更接近背光源的观察轴)的角度透射出前反射器,而这有利于增加在显示器行业非常重要的观察角度上感受到的显示器亮度(代价是在更高的观察角度感受到的亮度会降低,但这些角度通常不是那么重要)。我们之所以说“至少对于入射到一个平面的光”,反射率随角度增大而增大,是因为有时希望只在一个观察平面上具有窄视角,而又希望在正交平面上具有更宽的视角。一个例子是某些 LCD TV 应用,在该应用中需要以便在水平平面上进行观察的宽视角,但又指定在垂直平面上提供更窄的视角。在其它情况下,在两个正交平面上都需要窄视角,以便实现最大的同轴亮度。

[0058] 当我们讨论倾斜角度反射率时,记住图 1a 的几何特征是有帮助的。在图中我们可以看到位于 x-y 平面中的表面 50,而 z 轴为法向。如果该表面为偏振膜或部分偏振膜(例如代理人案卷号 63274W0004 中描述的 ARF),我们出于本申请的目的将 y 轴描述为“透光轴”,将 x 轴描述为“阻光轴”。换句话讲,若该膜为偏振膜,那么偏振轴与 y 轴平行的垂直入射光相对于偏振轴与 x 轴平行的垂直入射光而言将优先透射。当然,通常表面 50 不需要为偏振膜。

[0059] 光可以从任何方向入射到表面 50 上,但我们集中关注与 x-z 平面平行的第一入射平面 52,以及与 y-z 平面平行的第二入射平面 54。当然,“入射平面”是指包含表面法线以及特定光传播方向的平面。我们在图中示出了入射到平面 52 内的倾斜光线 53,以及入射到平面 54 内的另一条倾斜光线 55。假设光线为非偏振光,每条光线都将具有位于各自入射平面内的偏振分量(称为“p 偏振”光,在图中以“p”标记),以及方向垂直于各自入射平面的正交偏振分量(称为“s 偏振光”,在图中以“s”标记)。对于偏振表面而言,“s”和“p”可以与透光轴一致,或者可以与阻光轴一致,这取决于光线的方向,注意这一点很重要。在图中,光线 53 的 s 偏振分量以及光线 55 的 p 偏振分量与透光轴(y 轴)一致,因此会优先被透射,而相反的分量(光线 53 的 p 偏振分量和光线 55 的 s 偏振分量)与阻光轴一致。

[0060] 据此,让我们考虑(如果需要)在前反射器为 ARF(例如本文其他地方引用的代理人案卷号为 63274W0004 的专利申请中描述的 ARF)的情况下,将前反射器指定为“显示具有基本上随入射角增大而增大的反射率”有何意义。ARF 包括多层构造(例如以合适的条件进行取向,以便形成所需折射指数关系以及所需反射率特性的共挤出聚合物微层),所述多层构造对阻塞偏振态的垂直入射光具有很高的反射率,并且对透过偏振态的垂直入射光具有比前者更低但仍然较大的折射率(例如,25%至 90%)。阻塞状态光(光线 53 的 p 偏振分量和光线 55 的 s 偏振分量)的极高反射率通常对于所有入射角都保持很高的值。透过状态的光(光线 53 的 s 偏振分量和光线 55 的 p 偏振分量)的行为更受关注,因为这种光在垂直入射时具有中间折射率。随着入射角度的增大,入射平面 52 内透过状态的倾斜光将表现出逐渐增大的反射率,这是由 s 偏振光反射率的性质决定的(但相对增量将取决于垂直入射角度的透过状态反射率的初始值)。因此,ARF 膜发出的、位于与平面 52 平行的观察平面内的光将被部分校准或在角度上受限。但另一个入射平面 54 内的透过状态倾斜光(即光线 55 的 p 偏振分量)可具有三种行为中的任何一种,具体取决于微层之间 z 轴折射指数差异相对于面内折射指数差异的大小和极性,如专利申请 63274W0004 所讨论。

[0061] 一种情况下,存在布鲁斯特角,并且这种光的折射率随着入射角增大而减小。这会在平行于平面 54 的视平面内产生明亮的偏轴凸角,这在 LCD 显示应用中通常是不可取的(尽管在其他应用中,这种行为可能是可接受的,并且即使就 LCD 显示应用而言,这种凸角的输出也可以通过使用棱镜转向薄膜朝向视轴进行重新导向)。

[0062] 在另一种情况下,布鲁斯特角不存在或非常大,并且 p 偏振光的反射率在入射角增大时相对恒定。这样就会在参考视平面内形成相对较宽的视角。

[0063] 在第三种情况下,不存在布鲁斯特角,并且 p 偏振光的反射率随入射角的增大显著增加。这样就会在参考视平面内产生相对较窄的视角,其中至少在一定程度上,准直度可通过控制 ARF 中微层之间的 z 轴折射指数差值大小来进行调整。

[0064] 当然,反射表面 50 不需要如 ARF 一样具有非对称同轴偏振性质。例如,对称多层反射器可设计为具有高反射率,而又可通过正确选择微层数量、层厚度分布、折射率等,使之具有较大的透射率。在这种情况下,光线 53 和光线 55 的 s 偏振分量将以彼此相同的方式随入射角的增大而增加。同样,这是由 s 偏振光的反射性质决定的,但相对增量将取决于垂直入射反射率的初始值。光线 53 和光线 55 的 p 偏振分量将具有彼此相同的角特性,但通过控制微层之间 z 轴折射指数差异相对于面内折射指数差异的大小和极性,可以将这一特性控制为上述三种情况中的任何一种,如专利申请 63274W0004 中所讨论。

[0065] 因此,我们发现,前反射器中折射率随入射角(如果存在)同向的增加可以指入射到这样的平面中的具有可用偏振态的光:对于该平面,具有可用偏振态的倾斜光为 p 偏振光。或者,反射率的此类增加可以指非偏振光在任何入射平面的平均反射率。

[0066] 优选的后反射器对可见光也具有非常高的半球反射率,该半球反射率通常比前反射器高很多,因为前反射器被故意设计成可部分透射以提供所需的背光源光输出。后反射器的半球反射率称为 R_{hemi}^b ,而前反射器的半球反射率称为 R_{hemi}^f 。优选的是, R_{hemi}^f 与 R_{hemi}^b 的乘积至少为 70% (0.70),或 75%,或 80%。

[0067] 设计空心光循环腔有若干关键方面,这些关键方面与有效并均匀地将光从小面积光源散布至整个输出区域相关。这些关键方面为:1) 将光源发出的光以正确的方向注入腔体;2) 在腔体中使用向前散射扩散器或半镜面反射表面或元件;3) 前反射器透射光,但也显著反射光,使得大多数光在前反射器和后反射器之间循环很多次,以最终实现腔体内光线方向的随机化;以及 4) 通过最佳元件设计将损耗降至最低。

[0068] 常规的背光源使用这些技术中的一种或多种来提高背光的均匀度,但对于具有非常小的光源区域的空心背光源,从未以正确的构造同时实现这四项。本文将更详细地探讨腔体设计的这些方面。

[0069] 对于如何将光源发出的光注入腔体,空心光导装置对于光注入的要求与实心光导装置相比有显著的差异。例如,如美国专利 6,905,220 (Wortman 等人) 的图 10 中所示的侧光式实心光导装置仅仅通过将荧光管设置在实心光导装置的一个边缘上来将光线侧面注入实心光导装置中。本专利申请的图 2 中示出了类似的背光源装置 210。萤光管 224 为朗伯发光体,即每个方向等几率发光。用镜面 226 围住荧光管的 3/4,又会形成入射到实心光导装置 240 的平坦竖直边缘 242 的朗伯光场。Snell 法则的简单应用表明,即使以最高角度 (+/-90 度) 入射到该表面(并透射至实心光导装置的内部),射线仍将在第一次接触前表面 244 或后表面 246 时被全内反射,除非遇到提取元件。这样就可以有效地在整个实心光

导装置 240 中传播光线。

[0070] 如果用空心光导装置替代实心光导装置,则不会有光线在进入空心光导装置时被折射。当服从朗伯分布的光线从一个边缘进入时,会有大量光以垂直方向被引导进入(朝向前反射器方向),如图 3 所示,其中背光源 310 包括空心光导装置 316 和萤光管 324。为了制造均一的背光源,部分反射膜需要在光源附近具有极强的反射性,其次要在腔体的整个表面上具有高度分级的透射率:比实心光导装置的分级提取图案所需的分级更高。

[0071] 更均一的空心背光源可通过使用部分准直的光源制得,或通过使用具有准直光学装置的朗伯光源制得,以生产能促进光的侧向传播的高度定向的光源。图 4 示出了此类光注入器的例子 426,其中背光源 410 包括空心光导装置 416、一个或多个光源 424 以及注入器 426。其他合适的光注入器的例子在共同转让的名称为“COLLIMATING LIGHT INJECTORS FOR EDGE-LIT BACKLIGHTS”(侧光式背光源的准直光注入器)(代理人案卷号 63034W0004)的 PCT 专利申请中有所描述。可以利用任何合适的技术使光源发出的光具有所需的准直程度和注入角度,例如复合抛物线集中器形状的光注入器、透镜、提取器等。

[0072] 在一些实施例中,优选将光线以主要为水平的方向注入空心光导装置中,即其准直特性可提供较小的半最大功率全角宽度(FWHM),且相对于横向平面以一定的对称度校准光线。某些有限的光线角度分布是不可避免的,可通过准直光学构件的形状并结合光源的发射图案对这种分布进行优化,以有利于在腔体的整个输出区域提供均一的光线。部分反射的前反射器和半镜面反射器的部分漫射形成能使光线循环和随机化的光学腔体,该腔体与注入光源光学构件协调工作,形成均一、厚度小的高效空心光导装置。

[0073] 在一些实施例中,侧光式背光源的亮度均匀度可通过瞄准注射光输出方向、调整相邻光源或光源组之间的间距来提高,或者通过结合使用这两种技术来提高。例如,可以选择具有本文所述狭窄光分布锥角的前射光源作为控制光源发光方向的方法。通常,对于侧光式背光源而言,光源可沿背光源的一个或多个边缘设置,以使得发射出的光束被导向为基本垂直于一个或多个输入边缘并且彼此平行。通过使一个或多个光源以非垂直的方向朝向背光源的所选区域发射光束,可以增加所选区域的亮度,同时其他区域的亮度会相应降低。

[0074] 例如,在具有若干沿一个边缘均匀设置的 LED 的背光源中,可以设置 LED 的发射方向,使得所有光束在背光源的近似中心处相交,从而形成明亮的中心以及亮度低的边缘。如果不将所有的光束均导向为在中心处相交,则可以降低中心处的亮度,从而提供将亮度调节至所需水平的机制。类似的布置方式可用于形成(例如)更亮的边缘和亮度更低的中心。可以使用任何合适的技术来控制光源的发射方向,例如光源、透镜、提取器、准直反射器等的安装取向。通常,可以设置光源的方向,使得相对于横向平面以包括 0 度在内的任何合适角度导向大多数光线。

[0075] 也可以沿着背光源的一个或多个边缘按彼此之间间距不均一的方式设置光源。在这种情况下,背光源上具有以更小间距设置的光源的部分将更加明亮。例如,在沿一个边缘设置有 40 个 LED 的背光源中,中心的 20 个 LED 可以具有比位于两侧的各自 10 个 LED 更小的间距,从而使中心更加明亮。类似的调整也可以用于形成更加明亮的边缘。

[0076] 在一些实施例中,一个或多个光学元件可以设置在光源和腔体入口之间。任何合适的光学元件都可以包括在内。例如,一个或多个吸收性或反射性过滤器可以设置在光源

和腔体之间,以将光线按所需的光通量分布注入腔体。可提供其他类型的过滤器来减少或消除注入的光线中的紫外光或短波长的光,以减少背光源腔体材料的光降解。其他合适的膜包括多层光学膜(例如 DBEF、APF、非对称反射膜)、光偏转膜(例如 BEF)等。

[0077] 此外,例如,光学元件可以包括具有荧光粉涂层的膜或层,以将一个或多个光源发出的具有一种特定光学性质(例如波长)的光转化成具有第二种光学性质的光。参见,例如,美国专利 No. 7, 255, 469(Wheatley 等人),名称为“PHOSPHOR BASED ILLUMINATION SYSTEM HAVING A LIGHTGUIDE AND AN INTERFERENCE REFLECTOR”(具有光导装置和干涉反射器的基于荧光粉的照明系统)。

[0078] 一个或多个光学元件还可以包括一个或多个任何合适的结构来改变注入腔体的光的方向,例如,折射结构、反射结构和衍射结构。

[0079] 现在我们讨论空心腔体相对于实心光导装置的优势。即使光能够在低损耗实心光导装置中侧向移动很长的距离,但离开光导装置并进行过偏振循环或角度转化循环的光此后基本无法参与侧向光传播。图 5 所示的光路图对原因进行了很好的解释,该图示出了包含实心光导装置 540 的背光源 510 的示意性侧视图。光线 550 被部分反射膜 548 反射后,在重新进入光导装置 540 时被折射为更加靠近法线。如果光导装置 540 是空心的,那么光线将继续沿光路 552 前进,该光路通常可以大大增强光线的侧向传播。当光线从空气中以约 30 度或更大的角度进入光导装置 540 时,这种作用是很显著的。如果光线在另一个可按多个角度散射光的提取点重新进入实心光导装置 540,那么其中一些光会以很高的角度侧向传播,但其他一些会以非常小的角度重新进入。净效应是光的侧向传播减弱。

[0080] 仍然参见图 5,原始光线 554 在透射后朝侧向折射为光线 556,这看起来似乎在侧向传播光线方面为实心光导系统提供了显著的优势。然而,仅仅对于一个剖视平面或视角来说,情况才是如此。从上方(即从背光源的前面)观察这个系统,如图 6 的平面视图所示,可以看出空心光导装置在沿与图 5 平面正交的方向上可以更好地提供均匀的光强。图 6 中的光线 654 被朝向局部表面法线折射,形成光线 656,使其在平行于光导装置 640 的左边缘(从图 6 的视角)的方向上传播很少。如果图 6 的光导装置 640 是空心的,那么光线 654 就不会被折射为沿光路 656 传播。相反,它会沿光路 658 传播,从而更好地填补光导装置边缘的点光源之间的“空隙”。

[0081] 图 2-6 示出了侧光式系统,但同样的原则也适用于直接照明式系统。对于直接照明式系统,可以使光源位于腔体内,或者可以在后反射器中制造洞或入口,使光源发出的光通过洞或入口进入腔体。在任一种情况下,后反射器中都要有开口,优选地尽可能小,从而使光源可以插入,或使光源的光通过后反射器时对后反射器的总体平均反射率的影响最低。

[0082] 在直接照明式系统中,一般来讲,优选的是仅仅让给定光源的一小部分光直接入射到前反射器上,入射区域为直接面向该光源的输出区域。实现这一目标的一个方法是将设计用于主要在侧向上发射光线的 LED 或类似器件封装起来。该特征通常由 LED 封装的光学设计实现,特别是通过密封透镜实现。另一种方法是在 LED 上放置局部反射器来阻挡其前反射器瞄准线。可以使用任何高效的镜面来实现这一目的。优选地,镜面以凸面形状弯曲,以使反射的光线远离光源传播,从而防止其被再次吸收。这种布置方式还可以使光线方向向量具有较大的侧向分量。诸如具有负焦距(即发散透镜)的透镜或菲涅耳透镜之

类的折射元件也可用于实现这一目的。还有一种办法是用一片相对于前反射器的偏振透光轴错开的反射型偏振器来遮盖光源。局部反射型偏振器透射的光线继续前进到前反射器,在前反射器处,大部分光线被反射或循环,从而形成显著的侧向光传播。就这一点而言,可参考共同转让的美国专利公布 No. 2006/0187650 (Epstein 等人),名称为“DIRECT LIT BACKLIGHT WITH LIGHT RECYCLING AND SOURCE POLARIZERS”(具有光循环和光源偏振器的直接照明式背光源)。

[0083] 在一些情况下,由于制造成本或效率的原因,可以优选在直接照明式背光源中使用朗伯型发光 LED。由于类似的原因,单独的光偏转器件可能并非优选。还可以通过提高腔体内的循环程度在此类腔体中实现良好的均匀度。这可以通过使用反射率甚至更高(例如,具有小于约 10% 或 20% 的总透射,并且相应地具有 90% 或 80% 的反射率)的前反射器来实现。对于偏振背光源,这种布置方法还需要具有非常低的透射率(接近 1% 至 2% 或更少)的前反射器阻光轴。但是,量极大的光线循环会导致腔体中不可接受的损耗。

[0084] 如果局部反射器或偏转器不是可接受的朗伯光源遮蔽解决方案,那么可以将与前反射器 712 和后反射器 714 共同扩张的第三元件 760 加入腔体 716 中,如图 7 所示。该第三元件 760 可以是扩散器(例如标准体积扩散器)、紧密封装的菲涅耳发散透镜阵列或另一种部分反射器。如果前反射器 712 具有偏振作用,那么第三元件 760 无需具有偏振性。如果使用透镜阵列,则透镜可以为线性的、圆形、椭圆形或任何合适的形状。线性透镜可用于在垂直于 LED 行的方向上传播光线。无论使用哪种第三元件,该元件优选由损耗很低的材料构成,因为该元件将用于腔体内反射性很强的表面之间,并且循环的光线将多次透过该元件。

[0085] 在回顾了空心腔体相对于实心光导装置的某些优点和设计挑战后,我们现在来详细解释和阐述半镜面反射和透射元件,以及在空心循环腔体背光源中使用它们(而不是仅仅使用朗伯或镜面元件)的好处。

[0086] 纯镜面反射器有时称为镜面,其作用遵循“入射角等于反射角”的光学定律。这可参见图 8 的空心腔体 816,图中前反射器 812 和后反射器 814 均为纯镜面。初始发射的倾斜光线 850 的一小部分透射穿过前反射器 812,但剩余的光线则以相等的角度被反射至后反射器 814,然后再以相等的角度被反射至前反射器 812,并如图所示继续反射。该布置方式能在整个腔体 816 内提供最大的侧向光传播,因为循环光线可沿侧向路线在腔体 816 内畅通行进。然而,腔体中不会出现角混合,因为不存在将以给定入射角传播的光转换为以其他入射角传播的光的机制。

[0087] 另一方面,纯朗伯反射器可在所有方向等几率地重新引导光线。这可参见图 9 的空心腔体 916,其中前反射器 912 和后反射器 914 均为纯朗伯反射器。初始发射的相同倾斜光线 950 立刻被前反射器 912 散射到所有方向,被散射的大多数光被反射回腔体 916 中,但部分光线透射穿过前反射器 912。被反射的一些光“向前”(在图中看大致向右)传播,但也有等量的光“向后”(大致向左)传播。我们所说的向前散射是指反射光的侧向或面内(平行于所考虑散射表面的平面内)传播分量。当进行重复时,若干次反射后,该过程使向前导向的光线分量大大减少。光束迅速分散,产生最小量的侧向传播。

[0088] 半镜面反射器提供了镜面反射特性与漫射特性的平衡。在图 10 的空心腔体 1016 中,前反射器 1012 为纯镜面反射器,但后反射器 1014 为半镜面反射器。初始发射的相同倾

斜光线 1050 的反射部分照射到后反射器 1018 上,并以受控的量被显著向前散射。随后,反射光锥的一部分被透射,但大部分被(镜面)反射回后反射器 1014,在此过程中二者仍在很大程度上以“向前”的方向传播。

[0089] 因此,可以认为半镜面反射器能提高整个循环腔体内的侧向光传播,同时还能提供光线方向和偏振态的足够混合。具有部分漫射性但又具有显著向前导向的元件的反射器将可以在更长的距离内传播更多的光,同时减少光线的全反射。我们可以将半镜面反射器定性地描述为能提供显著多于逆散射的向前散射的反射器。可以将半镜面扩散器定义为不会逆转绝大多数入射光的垂直方向分量的扩散器,即光在向前(z)方向上基本上被透射,而在 x 和 y 方向上在一定程度上被散射。下文结合例子对半镜面进行了更定量化的描述。

[0090] 图 8-10 示出的腔体设计仅使用两种主要光学元件:前反射器和后反射器。在这种情况下,反射器中的至少一种应为半镜面反射器。另一种可以是镜面反射器或半镜面反射器,甚至是朗伯反射器,但半镜面反射器具有效率和均匀度方面的优点。作为图 10 中二元件系统的替代形式,可以在循环腔体的前反射器和后反射器之间插入额外的光学元件,并且可以对这样的额外光学元件进行调控,以为腔体提供所需程度的半镜面特性。图 11 示出了简单的例子。在这种情况下,半镜面扩散膜 1170 悬挂于腔体 1116 中前反射器 1112 和后反射器 1114 之间,前反射器和后反射器两者都可以是镜面反射器或半镜面反射器。虽然将腔体中的元件数量降到最低通常是理想的,但有时可通过使用第三种元件来实现损耗最低的前反射器或后反射器设计,从而提高腔体效率。

[0091] 在腔体中,前散射元件对光线的混合作用可以通过若干种方式实现。可以通过属于前反射器或后反射器的一体部分的扩散元件或层合到前反射器或后反射器的扩散元件来实现,或者通过使用设置于二者之间任何位置的单独扩散器来实现,如图 11 所示。也可以结合使用以上任何方法。具体如何选择取决于各种因素的相对重要性,例如光损失、元件成本以及制造时的便利性。扩散元件可以附接到前反射器或后反射器上,或作为其一体部分,或者可以在扩散器和反射器之间设置空气间隙。

[0092] 无论扩散器是作为任一反射器的一体部分,还是层合至任一反射器,或作为单独的元件设置在腔体中,总需要的光学性能是,对于完成从后反射器到达前反射器然后又回到后反射器这一个来回行程的光线而言,其角度分散函数值域显著窄于朗伯分布。半镜面反射器可同时具有镜面反射器和朗伯反射器的特性,或者可以是镜面方向上界限分明的高斯锥。性能在很大程度上取决于其构造方式。需记住的是,扩散元件也可以与反射器分开,并且存在有若干可能的后反射器构造,例如(1)部分透射镜面反射器加高反射率漫反射器;(2)覆盖高反射率镜面反射器的部分朗伯扩散器;(3)前散射扩散器加高反射率镜面反射器;或者(4)波纹状高反射率镜面反射器。

[0093] 对于以编号列出的每种构造,所列出的第一元件被布置用于腔体内部。构造(1)至(3)的第一元件在后反射器区域可以是连续或不连续的。此外,第一元件的扩散性质可以具有梯度,或者可以被印刷或涂覆具有梯度的额外扩散图案。具有梯度的扩散器是任选的,但可理想地用于优化各种背光源系统的效率。术语“部分朗伯”被定义为表示仅散射一些入射光的元件。被此类元件散射的那部分光被几乎均匀地引导至所有方向。在构造(1)中,部分镜面反射器为与用于前反射器的元件不同的元件。在这种情况下,部分反射器可以是具有适度反射率的空间均一的膜,或者它可以是空间不均一的反射器,例如打孔的多层

或金属反射器。可以通过改变孔的尺寸和数量,或通过改变膜的基准反射率,或者同时采用这两种方法来调整镜面反射程度。

[0094] 构造(4)可以通过对多层聚合物镜膜进行热压印制备,或者通过对这样的膜进行物理起皱来制备。另外,任何具有这些形状的表面都可涂覆金属反射膜或增强金属反射膜。此外,可对(1)至(3)的半镜面构造进行起皱或压印处理,以优化它们的光传播特性。

[0095] 使用与后反射器相似但又有某些显著区别的构造,可以使循环腔的前反射器成为半镜面反射器。一些构造为(a)部分反射朗伯扩散器加部分镜面反射器;(b)前散射扩散器加部分镜面反射器;(c)前散射部分反射器;或者(d)构造(a)至(c)的各种组合。

[0096] 这些构造的元件在前反射器区域可以是连续或不连续的。例如,此类元件的扩散或反射性质可以具有梯度,或两种性质均具有梯度。它们可以被印刷或涂覆具有梯度的图案。具有梯度的扩散器是任选的,但可理想地用于优化各种背光源系统的效率。术语“部分朗伯”是指仅将一些入射光散射成朗伯曲线图案,而将其余光散射成一些其他角分布(如镜面)的元件。

[0097] 同样,所列出的第一元件被布置用于循环腔体内。所有这三种构造的第一元件在部分反射器区域均可连续或不连续,并且第一元件的扩散性质可以具有梯度,或者可以被印刷或涂覆具有梯度的额外扩散图案。

[0098] 如果腔体中某个位置设置有扩散器,那么前反射器和后反射器中的一个或两者可以为镜面反射器。反射器中的一个也可以是朗伯反射器,但这通常不是最佳构造,特别是对于侧光式背光源而言。在这种情况下,其他反射器应该为半镜面或镜面反射器。前散射扩散器可以是表面或立体扩散器,并且两个方向或两种偏振态可以对称或不对称。

[0099] 定量地讲,半镜面程度(给定反射器或其他元件的半镜面特性与朗伯特特性之比)可通过对向前和向后散射的光分量进行通量对比来表征,这两个分量分别称为F和B。前散射通量和后散射通量可通过在所有立体角上对反射强度进行积分(或就透光元件而言,对透射强度进行积分)来获得。随后可以用“传播率”T来表征半镜面程度,计算公式为

[0100] $T = (F-B)/(F+B)$ 。

[0101] 当从纯镜面过度到纯朗伯面时,T的范围是0至1。对于纯镜面反射器而言,不存在后散射($B=0$),因此 $T=F/F=1$ 。对于纯朗伯反射器而言,前散射通量等于后散射通量($F=B$),因此 $T=0$ 。下文给出了具有实验测定值的例子。任何实际反射元件或透射元件的传播率都是入射角的函数。这是符合逻辑的,因为可以估计,例如,几乎垂直入射的光线与掠入射光线相比,前散射的光线量是不同的。

[0102] 结合循环腔,可定义“有效腔体传播率”,即给定入射光线在完成循环腔的巡回或循环后的传播率。这个量可能值得关注,特别是对于包含至少一个半镜面元件和至少一个额外散射元件(无论是半镜面元件还是朗伯元件)的腔体。由于传播率通常为入射角的函数,因此我们能以注入腔体的准直光束的半最大功率全角宽性能来评价或说明有效腔体传播率。

[0103] 对于光线在一个角度与反射器或扩散器发生单次相互作用的情况,传播率是定义明确的。良好的循环腔体使用至少两个反射或扩散元件,而且可能使用三个或更多此类元件,使所有角度的光线产生多次相互作用。由于单次相互作用的传播率是入射角的函数,因此对腔体总传播率的描述比对单个分量的描述更为复杂。“有效腔体传播率”或者更好地描

述为“腔体传播值”是衡量腔体将注入光从注入点散播到腔体内的远端点并使光线足够随机化以使光线均匀地导向观察者的能力的量度。估测相对腔体传播值的简单方法可用于判断镜面元件、半镜面元件和朗伯元件的各种组合的相对利弊。出于该目的,我们定义各个元件的向前传播数 fT , 表示为

$$[0104] \quad fT = F / (F+B),$$

[0105] 其中如本文中所述定义和测量 F 和 B , 但是现在是对单次相互作用的所有角度取平均值。在 15 度至 75 度入射角的范围内, 以约 15 度或更小的角度作为间隔进行测量就足以得出合适的平均值。 F 和 B 是前散射光和后散射光的相对比率, 并且通过定义 $F+B = 1$, 简单地得到 $fT = F$, F 为前散射光的比率。那么, 腔体传播值 CT 是腔体前反射器和后反射器的 F 值的乘积:

$$[0106] \quad CT = F_{\text{front}} \times F_{\text{back}}.$$

[0107] 例如, 镜面前反射器 ($F_{\text{front}} = 1$) 和半镜面后反射器 ($F_{\text{back}} = 0.75$, 传播率 $T = 0.5$) 的腔体总传播值 $CT = 1 \times 0.75 = 0.75$ 。

[0108] 又如, 如果前反射器是朗伯反射器, 使得 $F_{\text{front}} = 0.5$ ($T = 0$), 而后反射器是半镜面反射器, 使得 $F_{\text{back}} = 0.75$ ($T = 0.5$), 则腔体总传播值为 $CT = 0.5 \times 0.75 = 0.375$ 。可以预料, 与第一个例子的腔体相比, 后面一个腔体从注入点传播到给定距离的光要少得多。本文所述的实验证实了这种预测。

[0109] 对于某些应用, 前反射器可以由叠堆的若干元件组成, 例如镜面或半镜面反射器, 然后是光偏转层或一个或多个可彼此层合或不层合的扩散器。可将前反射器和后反射器分别定义为以特定顺序组装的元件集合。构成前反射器或后反射器的所有元件的总体传播性质可以通过一次测量进行确定。单个元件 (如膜) 对叠堆元件传播性质的影响取决于该元件在叠堆中的顺序和取向, 以及叠堆中其他元件的性质。至少由于这些原因, 可以将叠堆作为整体进行测量。可将前反射器的元件设置于测量设备中, 例如由 Autronics 和 Radiant Imaging (Duvall, Washington, USA) 制造的设备, 使腔体内表面面向测试光束。

[0110] 上述对半镜面反射器的 F 和 B 进行的测定过程在反射模式下完成, 这表示部分入射光束两次穿过扩散层或从扩散层反射一次。如果扩散器为设置在腔体中前反射器和后反射器之间某处的中间元件, 那么在传播过程中, 光线每完成一次从前到后的循环, 就会两次穿过该扩散器。出于该原因, 我们将中间元件的 F 值和 B 值定义为以与涂覆在镜面上的扩散器相同的方式测得的值。可将中间元件与前反射器或后反射器归为一组, 并且中间元件与所选反射器的组合传播性质可以一起测量。如果大多数光从中间元件上方注入腔体 (或从下方穿过其中的孔进入), 那么中间元件可与底部反射器归为一组。如果大多数光从中间元件的下方注入, 那么进行传播测量时, 中间元件可与前反射器归为一组。

[0111] 如果乘积 CT 沿腔体内至少一个方位角 (面内) 方向大于约 0.5 且小于约 0.95, 则将该腔体定义为半镜面。在一些实施例中, 可能优选的是, 半镜面腔体具有大于约 0.6 的 CT 值。在其他实施例中, 可能优选的是, 半镜面腔体具有大于约 0.7 的 CT 值。

[0112] 如果中间元件与前后反射器并不完全共同延伸, 则腔体总传播值 CT 可以看作是包括不同元件的腔体的不同区域的 CT 值的加权平均数。

[0113] 对于大多数普通扩散器来说, T 在 0 到 1 的范围内, F 在 0.5 到 1.0 的范围内。然而, 如果使用具有某些逆向反射性质的材料作为扩散器, 则 T 值可以为负值, 并且可以在 0

到 -1 的范围内,而 F 则可在 0 到 0.5 的范围内。逆向反射材料的例子包括玻璃珠和小平面夹角为 90 度或接近 90 度的棱镜结构。平面基底(如 BEF)上的实心棱镜阵列会逆向反射入射到垂直于棱镜直线方向的平面上的光,但仅会在有限的角度范围内(例如小于 ± 10 度)逆向反射。

[0114] 具有镜面反射的各个小平面的空心 90 度小平面化结构会在 0 到 45 度的整个角度范围内逆向反射,另外在凹槽方向的垂直方向上对 0 到 90 度内的所有入射角的前向传播值为零。

[0115] 不对称元件(例如 BEF 及其多个变型形式)或不对称扩散材料(例如共混物或全息结构)可以沿不同方向产生不同的腔体传播值。

[0116] 乘以 F 值得到的 CT 值只是衡量腔体传播性质的相对度量。随到光源的距离变化的光强度数值还取决于腔体的几何形状和前后反射器的反射率。反射器的反射率越高,光在腔体内的传播距离就越远。在示例性实施例中,对于前反射器, R_{hemi} 可以大于 0.6 ,或甚至大于 0.8 ,对于后反射器,则可以大于约 0.95 。

[0117] 腔体传播值使用实验腔体来测量,该实验腔体利用镜面(如 ESR, T 平均值 ≈ 1)、半镜面 -1 (如 ESR 上的 BEF-III,具有气隙,垂直于棱镜长轴的 T 平均值 ≈ 0.67)、半镜面 -2 (如 ESR 珠膜, T 平均值 ≈ 0.4)和朗伯(如 TIPS, T 平均值 ≈ 0.02)反射器的不同组合作为前后反射器。在该实验中对前后反射器进行选择,以具有较高的反射率,从而消除沿腔体长度方向的可变光损耗的复杂性。通过这种方式,光的传播性质就成为样品之间唯一的主要变量。

[0118] 利用瞄准水平面下方 30 度处的绿光激光器将光注入 4 英寸宽腔体($1/2$ 英寸高, 12 英寸长)的一个开口端。腔体另一端用大面积无定形硅太阳能电池覆盖,在与安培计串联时充当光检测器。正如通过上述分析可以预料的那样,用检测器在腔体末端采集到的光量来衡量的腔体相对传播值按照下列顺序依次减小:(镜面/镜面) $>$ (半镜面/镜面) $>$ (朗伯/镜面) $>$ (半镜面/半镜面) $>$ (半镜面/朗伯) $>$ (朗伯/朗伯)。所列第二个元件为底部反射器,激光器的光首先被导向该反射器。对于各种其他半镜面元件,这些组合中的某些顺序可以随 T 值而变化。下表列出了归一化到 (ESR/ESR) 的相对强度,所给值为到目前为止的最大传播值。应当注意的是,测得的强度与 CT 的计算值并不呈线性关系。由于实际强度取决于如上所述的许多因素,这种情况是可以预料的。然而, CT 值可很好地预测各种腔体构造传播光的相对强度。

[0119]

顶部/底部反射器类型	顶部反射器	F _{顶部}	底部反射器	F _{底部}	CT	测得的光强度
镜面/镜面*	ESR	1	ESR	1	1.00	1
半镜面-1 /镜面	ESR-BEF-III	0.83	ESR	1	0.83	0.226
半镜面-2 /镜面	ESR 珠膜	0.7	ESR	1	0.70	0.163
半镜面 /半镜面	ESR-BEF-III	0.83	ESR 珠膜	0.7	0.58	0.058
朗伯 /镜面	1 层 TIPs 膜	0.5	ESR	1	0.50	0.091
朗伯 /半镜面	1 层 TIPs 膜	0.5	ESR-BEF III	0.83	0.42	0.047
半镜面-2 /朗伯	ESR 珠膜	0.7	2 层 TIPs 膜	0.5	0.35	0.029
朗伯 /朗伯	1 层 TIPs 膜	0.5	2 层 TIPs 膜	0.5	0.25	0.024
* 为了在此全镜面的情况下产生一定的初始前向和侧向光散射, 在激光器首先照射到 ESR 的地方, 凹槽向上放置一片 1.7cm X 6cm 的 BEF-III, 并使样品和凹槽垂直于光束。						
** 底部反射器也位于侧壁上, 但半镜面底部薄膜除外, 在这种情况下, ESR 位于侧壁上。						

[0120] 如果一个或多个元件在空间上依序排列(如扩散器),则腔体总传播值也将以相同方式依序排列。此时,可以通过在区域上平均化腔体的 CT 测量值来确定腔体传播值 CT。

[0121] 申请人发现,对于可用背光源腔体几何形状的示例性实施例,例如腔体深度为 14mm、对角线为 46 英寸的 LCD 显示器,当前反射器 R_{hemi}^f 为 70% 或更大,准直光注入的半最大功率全角宽为 60 度或更小时,CT 值有必要大于 0.50,以使输出亮度具有相对均匀的空间变化。

[0122] 下文给出了详细的实例,这些实例表示从近似朗伯到近似镜面的各种反射器类型。半镜面的例子适用于构造 (2) 和 (3),并通过在镜面反射器上覆盖所选扩散器来制备。所有样品均通过反射光的角分布来表征。这可以通过使用反射率模式的 Autronics 锥光镜(得自 autronic-MELCHERS GmbH, Germany)来实现。将样品置于距锥光镜透镜约 2mm 的焦点处。样品被仪器的准直白光以所选入射角照射。样品反射的光被锥光镜透镜采集,并成像到二维检测器阵列(CCD 相机)上。使用校正文件将该图像转化为角分布函数。该仪器提供了对各种半镜面反射器和漫反射器的角反射特性的非常有用的比较。反射器的高镜面分量会导致检测器在镜面角附近饱和,但该值可以在设置为低灵敏度的设备上单独测量。

[0123] 实例 F: ESR 珠膜

[0124] 在大致类似于 Vikuiti™ ESR 膜的膜上涂覆混有聚合物粘合剂的 PMMA 小珠,这类类似于常用作 LCD 背光源增亮膜的含珠增益扩散膜的构造。将膜样品插入 Autronics 锥光镜,并用准直光照射,准直光在方位角方向 φ (入射平面绕表面法向旋转) 为 0 的入射平面内以不同的入射角 θ 射入。反射光强度测量值与所有 θ 和 φ 角的角度数据的关系可以直观显示在如图 12 所示的等值线图中,该图所示为入射角为 45 度的情形。等值线图为极坐标图,其沿任何方位角(φ)方向的反射角在 0 度到 80 度的范围内。水平方向称为 $\varphi = 0$ 轴,垂直方向称为 $\varphi = 90$ 轴。在 $\varphi = 0$ 度轴附近,从约 $\theta = 42$ 度到 80 度的角度范围内检测器被遮挡,从而产生可从图中看出的伪像。沿 $\varphi = 0$ 度轴,镜面反射元件的角中心显然接近 -45

度。

[0125] 如上所述,镜面特性与朗伯特特性的相对程度可通过比较前向散射光分量和后向散射光分量的通量(分别为F和B)来有效表征,这两个通量可以从图线左右两半的积分强度($\phi = 90^\circ$ 轴左右两侧的积分强度)得出。接着使用传播率 $T = (F-B)/(F+B)$ 来表征镜面反射的程度。

[0126] 图12的等值线图仅为了进行示意性的说明,并不用于计算T。相反,计算时使用图13a和13b(分别针对 $\phi = 0^\circ$ 和 $\phi = 90^\circ$ 方向)所示的反射率量值。沿着 $\phi = 0^\circ$ 轴,可以看到散射高斯分布特性和不随角度变化的基线朗伯分量。由于被Autronics锥光镜的入射光束光学元件遮挡,未记录q从42度至90度的数据。对于亮度数据在这些角度缓慢变化的反射器,可使用相邻区域的值估计被遮挡区域的数据。对于朗伯反射器,沿 $\phi = 90^\circ$ 轴,强度相对平坦。对所有立体角积分得出该样品(45度入射角)的传播率值 $T = 0.50$ 。

[0127] 如上所述,传播率通常为入射角的函数。对于大多数样品,垂直入射角度处的前向分量和后向分量通常相等,故有 $T = 0$ 。然而在较高的入射角处,给定反射器的前向散射程度会变得更加明显。在各种入射角下测量ESR珠膜,并将这些入射角下的传播率T绘成如图14所示的曲线F。最大传播率出现在 $q = 45^\circ$ 附近。相似地,用同样的方式测量下文将进一步描述的MCPET的传播率(参见实例C)。对于这些样品而言,在垂直入射角度测得的传播率并不刚好为0,可能是因为测得的入射角存在较小误差。

[0128] 在图14的图线中,理想的朗伯反射器或发射器(扩散器)用虚线示出,并且对于所有入射角T值均为0。相比之下,理想的镜面反射器或发射器(用粗实线示出)对于所有的入射角T值均为1,但不包括刚好为0度的入射角,该入射角的T值减为0。

[0129] 如下文其他实例所述,还构造了多种其他反射器。尽管其他类型的反射器具有不同的反射特性,但趋势都类似。在15度以上,传播率通常会随入射角缓慢增加。在垂直入射角度以上的小角度处增速最快。纯镜面反射器在垂直入射角度处 $T = 0$,在所有其他角度处 $T = 1$ 。纯朗伯反射器在所有角度T值均为0。实例A到K清楚地表明,利用不同的反射器构造可以得到宽泛的传播率。数据汇总在图14中,样品说明、标记以及反射率和45度的传播率(T)在下表中给出:

[0130]

标签	样品说明	反射率	45° 的 T 值
A	TIPS (0.55mm)	0.985	0.011
B	Mitsubishi W270 (125 μ m)	0.945	0.065
C	MCPET	0.98	0.129
D	Astra DR85C+X-ESR	0.965	0.194
F	ESR 珠膜	0.98	0.496
G	PEN/PMMA 共混物 +X-ESR(X轴)	0.98	0.537

E	TiO ₂ /THV+X-ESR	0.97	0.545
H	PEN/PMMA 共混物 +X-ESR(Y 轴)	0.97	0.612
I	DFA+X-ESR	0.95	0.651
J	X-ESR 上的小透镜	0.99	0.810
K	Keiwa PBS070+X-ESR	0.975	0.943

[0131] 通过回顾上述实例和图 14,我们将满足下列条件的反射器或其他元件描述为半镜面的:(1)15 度入射角的传播率 T 大于 0.15(15%),优选大于 0.20(20%),以区别于近似朗伯元件,以及(2)45 度入射角的传播率 T 小于 0.95(95%),优选小于 0.90(90%),以区别于近似镜面元件。

[0132] 或者,我们可能希望将“半镜面的”的特性描述为在 45 度具有大于 0.2(20%)的传播率 T,以区别于朗伯元件。为了区别于镜面元件,我们还可以增加这样的要求:即至少 10%的光散射到夹角为 10 度且以 45 度镜面方向为中轴的锥体以外的方向。

[0133] 在表征局部为镜面而整体为半镜面的反射器(例如波纹或热成形薄膜反射镜)时,可能必须修改测量条件。如果测量系统(例如 Autronics 仪器)的光点尺寸小于反射器上的形状的平均尺寸,则为了较好地估计其反射角分布,应在成形反射器的不同位置进行若干次测量。

[0134] 实例 E:X-ESR 上的含 TiO₂ 颗粒的 THV

[0135] 通过将扩散膜层合到宽带多层反射镜上制备构造(2)(部分朗伯加高反射率镜面反射器)的实例。该反射镜由多层 PEN 和 PMMA 构成,这一点类似于传统的 Vikuiti™ESR,但其具有从 400nm 一直到 1600nm 的扩展反射谱带,从而命名为 X-ESR。将 0.1 重量%的白色 TiO₂ 颜料混入 THV 中,然后挤出并铸塑为平滑薄膜,从而制成扩散膜。采用的是标准聚合物挤出工艺和薄膜铸塑工艺。二氧化钛的小粒度,再加上二氧化钛与 THV 的高折射率差(2.4 与 1.35)导致形成宽角度散射的扩散器。只有低浓度的二氧化钛才能防止扩散膜反射掉大部分光。大量的光穿过 THV 膜,并被多层反射镜镜面反射。图 15a 和 15b 示出了入射角为 45 度的镜面光束的反射结果,该结果为 -45 度处的近似镜面反射与宽朗伯背景的组合。

[0136] 对于 $\phi = 0$ 的描记线,图中未示出镜面光束的峰值。在灵敏度较低的记录仪上, $q = -45$ 度测得的峰值亮度为 1.907。通过改变 TiO₂ 的浓度或 THV 膜的厚度或这两者,可以调节镜面分量和朗伯分量的相对强度。

[0137] 对于构造 1 来说,可以预料会得到类似于实例 K(见下文)的结果,该结果涉及部分反射的镜面反射镜与高反射率的朗伯反射器的组合。在这种情况下,通过使用具有不同透射率的部分反射器,可以调节镜面反射光与朗伯散射光的相对数量。朗伯反射器应保持非常高的反射率,以避免通过后反射器后发生透射损耗。

[0138] 实例 K:X-ESR 上的 Keiwa PBS-070

[0139] 将前向散射扩散器与镜面反射器组合,可以获得近似前向散射反射器。此为构造(3)的实例。将市售的扩散器 Keiwa Opulus PBS-070 层合到上述扩展谱带多层镜面反射镜(X-ESR)上。图 16 示出了入射角为 45 度的情况下测得的反射分布,该分布近似于镜面

方向附近的高斯分布。在这种情况下,处于 45 度的大部分入射光在围绕 -45 度镜面方向的相对狭窄的锥体内被反射。沿 $\phi = 90^\circ$ 轴的峰亮度仅为 0.8。该样品在 45 度处具有非常高的传播率, T 为 0.943。

[0140] 实例 I :X-ESR 上的 DFA

[0141] 利用其他近似前向散射扩散器可以获得比实例 K 更宽的散射光分布。用在折射率仅与颗粒的折射率略有不同的基质内的球形颗粒制成的扩散器可以具有这样的特性。一个实例为可得自 3M 公司的称为 DFA 的扩散膜。颗粒填充量和扩散器厚度决定镜面反射的程度,继而影响传播率。将 0.4mm 厚的 DFA 片层合到 X-ESR 上,并以 45 度的入射角在 Autronics 装置中进行测量。对沿 $\phi = 0^\circ$ 和 $\phi = 90^\circ$ 度轴的反射角提取的亮度数据在图 17a 和图 17b 中示出。虽然不存在纯朗伯分量,但在 45 度测得的传播率降至 $T = 0.651$ 。

[0142] 实例 G 和 H :具有不对称传播率的反射器

[0143] 将 PEN 和 PMMA 的混合物 (PMMA 占 27 重量%) 在双螺杆挤出机内共混,并用标准薄膜制备设备浇注。利用制备 PEN 膜的条件,将浇铸料片依次在长度取向机和拉幅机内取向。拉伸比为 3.7×3.7 。所得膜的厚度为 $50 \mu\text{m}$,并且在垂直入射角度测得的半球反射率为约 75%。将该膜层合到 X-ESR 上,并以两个不同的取向在 Autronics 锥光镜中进行测量。尽管共混物扩散膜在 X 方向和 Y 方向同等地取向,但却表现出不对称的散射分布。这可能是 PMMA 分散相颗粒在挤出通过模具的过程中发生伸长所致。图 18a 和 18b 所示锥光图分别示出了沿 X 轴和 Y 轴入射的光的这种不对称性。在 45 度测得的传播率分别为 0.537 和 0.612。这种不对称性可以为 LCD 背光源设计中 LED 的布置方式提供更多选择。

[0144] 实例 A :TIPS 近朗伯反射器

[0145] 各种近朗伯漫反射器在美国专利 No. 5,976,686 (Kaytor 等人) 中有所描述。利用称为热致相分离 (TIPS) 的方法可以制备一种特别有效的反射器。如上述实例所述,将通过层合两层厚度约 0.27mm 的 TIPS 膜制备的厚度约 0.55mm 的反射器在 Autronics 锥光镜中进行测量。图 19a 和图 19b 绘出了沿 $\phi = 0^\circ$ 和 $\phi = 90^\circ$ 方向的描记线,示出了近朗伯特性。仅在 -45 度处出现了较小的镜面峰。该反射器的传播率是所有样品中最低的,在 45 度处 T 值为 0.011。

[0146] 实例 C :MCPET

[0147] 在 Autronics 装置中测量日本 Furukawa 制造的称为 MCPET 的漫反射器片。该反射器厚 0.93mm,对垂直入射光的半球反射率为约 98%。从图 20a 和图 20b 中所示的锥光数据的 $\phi = 0^\circ$ 和 $\phi = 90^\circ$ 描记线可以明显看出, MCPET 的镜面分量略高于 TIPS 膜,但仍然为近似朗伯的。上面在图 14 中示出了传播率与入射角关系的图线。

[0148] 按照与上述实例相同的方式测量若干其他半镜面反射器的半球反射率。下文简要描述了各种反射器,表 II 列出了所有供测反射器在 45 度入射角情况下的传播率。在使用 NIST 校准的基准反射器的 Perkin Elmer Lambda 950 中,测量所有样品的近垂直入射光的半球反射率。所有反射器都表现出约 95% 或更大的反射率。

[0149] 实例 D :X-ESR 上的体扩散器

[0150] Astra 85C 为得自 Astra Products 的透射率为 85% 的半镜面体扩散器。将一片这种扩散器 (Clarex-DR IIIC 光扩散膜,等级号 85C) 层合到 X-ESR 膜上。

[0151] 实例 B :白光反射器

[0152] W270,一种得自 Mitsubishi, Japan 的 125 微米厚的白光反射器。

[0153] 实例 J: X-ESR 上的微透镜阵列

[0154] 通过将微透镜阵列浇注到 X-ESR 膜的表面上来构造半镜面反射器。微透镜的外径为 30 微米,高度为约 6.3 微米。透镜曲率为球形,半径为 18.7 微米。以约 90% 的反射镜表面覆盖率将微透镜浇注成六边形阵列。透镜材料是折射率 n 为约 1.5 的 UV 可固化树脂。也可以采用其他几何形状和尺寸的小透镜。

[0155] 背光源实例

[0156] 可以使用多种低损耗反射膜和半镜面元件构造许多不同尺寸和形状的空心循环腔背光源。其中一些使用(例如)ESR 珠膜(上面的实例 F)作为后反射器,使用不同的不对称反射膜(ARF)作为前反射器。另外一些包括了位于带有不对称反射膜的循环腔前面的增益扩散膜。许多背光源还包括光源构件(例如设置在楔形反射器内的几排多色 LED),其将注入腔体的光限定在远小于朗伯分布的半最大功率全角宽内。许多背光源表现出令人满意的总体亮度和均匀度,例如,适用于 LCD 显示器应用或其他应用。这些背光源的实例在下列一组共同转让的 PCT 专利申请中有所描述,并且将它们以引用方式并入本文:“BACKLIGHT AND DISPLAY SYSTEM USING SAME”(背光源及使用该背光源的显示系统)(代理人案卷号 63274W0004);“THIN HOLLOW BACKLIGHTS WITH BENEFICIAL DESIGN CHARACTERISTICS”(具有有益设计特性的薄型空心背光源)(代理人案卷号 63031W0003);“WHITE LIGHT BACKLIGHTS AND THE LIKE WITH EFFICIENT UTILIZATION OF COLORED LED SOURCES”(有效利用彩色 LED 光源的白光背光源等等)(代理人案卷号 63033W0004);以及“COLLIMATING LIGHT INJECTORS FOR EDGE-LIT BACKLIGHTS”(侧光式背光源的准直光注入器)(代理人案卷号 63034W0004)。

[0157] 除非另外指明,否则背光源的说法也旨在适用于在其预期应用中提供标称均匀照明的其他扩展面照明装置。这些其他装置可以产生偏振或非偏振输出。例子包括灯箱、标识牌、槽型发光字以及设计用于室内(如家庭或办公室)或室外用途的普通照明装置,有时也称为“灯具”。还应注意的是,侧光式装置可以被构造成从两个相对的主表面向外发光,即,同时从上述“前反射器”和“后反射器”向外发光,在这种情况下前后反射器均为部分透射的。这种装置可以照亮设置在背光源相对侧的两个独立的 LCD 面板或其他图形元件。在这种情况下,前后反射器可以具有相同的或类似的构造。

[0158] 术语“LED”是指发光二极管,所发射的光可以是可见光、紫外光或红外光。发光二极管包括以商品名“LED”销售的非相干的包封或封装半导体装置,而不论是常规的或是超辐射的类型。如果 LED 发射的是诸如紫外光之类的不可见光,以及在 LED 发射可见光的某些情况下,则将其封装为包括荧光粉(或是其可照亮设置在远处的荧光粉),以将短波长光转化为波长更长的可见光,某些情况下会得到发射白光的器件。“LED 晶粒”是 LED 最基本的形态,即经半导体加工方法制成的单个元件或芯片的形式。元件或芯片可以包括适于应用能量以驱动器件的电触点。元件或芯片的各个层和其他功能元件通常以晶片级形成,然后将加工好的晶片切成单个元件,以产生多个 LED 晶粒。LED 也可以包括杯形反射器或其他反射基底、成型为简单穹顶形透镜或任何其他已知形状或结构的封装材料、提取器以及其他封装元件,这些元件可用于产生前发光、侧发光或其他所需光输出分布。

[0159] 除非另外指明,否则 LED 的说法也旨在适用于能够在较小的发光区域内发射亮光

的其他光源,而不论所发光是彩色光还是白光,是偏振光还是非偏振光。这样的例子包括半导体激光装置以及采用固态激光器泵浦的光源。

[0160] 除非另外指明,否则在说明书和权利要求中使用的表示部件的尺寸、数量和物理特性的所有数字都应当被理解为由词语“约”来修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求中列出的数值参数均为近似值,可根据本领域技术人员利用本文所公开的教导内容寻求获得的所需特性而变化。

[0161] 在不脱离本公开范围和精神的前提下,本公开的各种修改和更改对于本领域的技术人员来说将是显而易见的,并且应当理解,本公开并不局限于本文所示的示例性实施例。除非其中的任何主题与上述公开直接抵触,否则本文提及的所有美国专利、专利申请出版物、未公布的专利申请和其他专利及非专利文档均以引用方式全文并入本文。

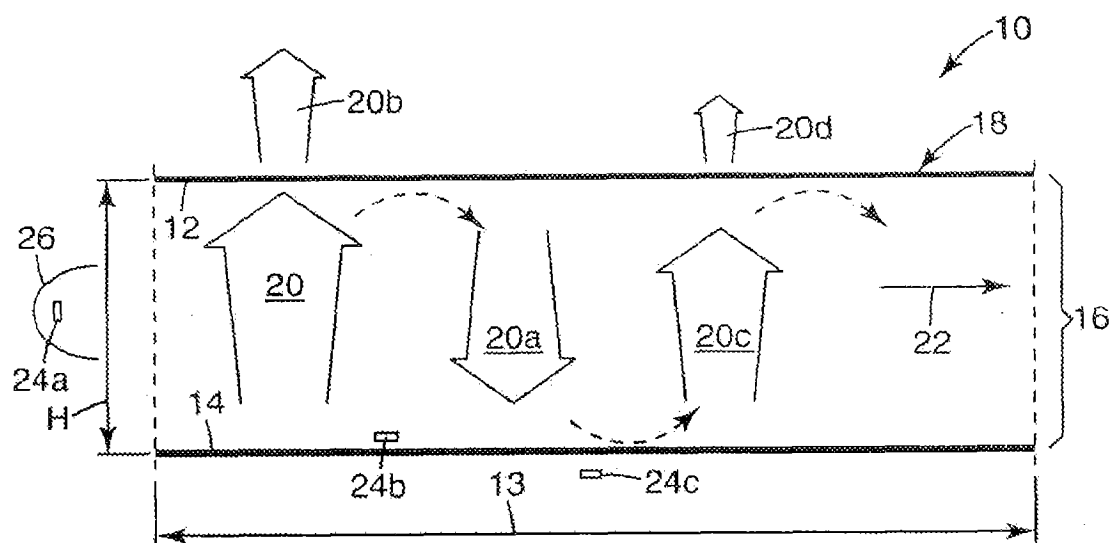


图 1

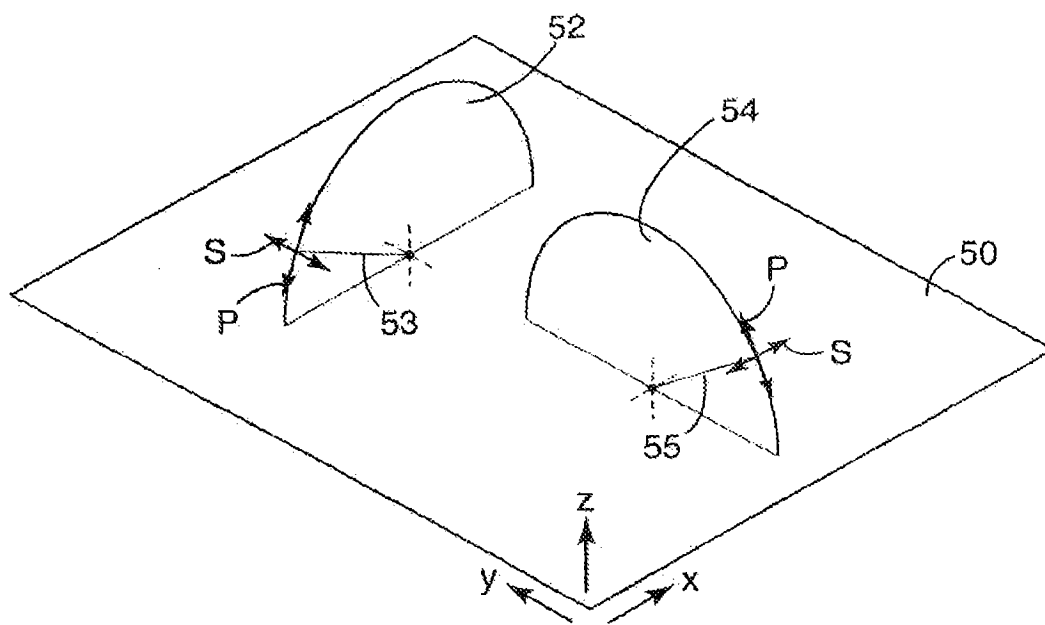


图 1a

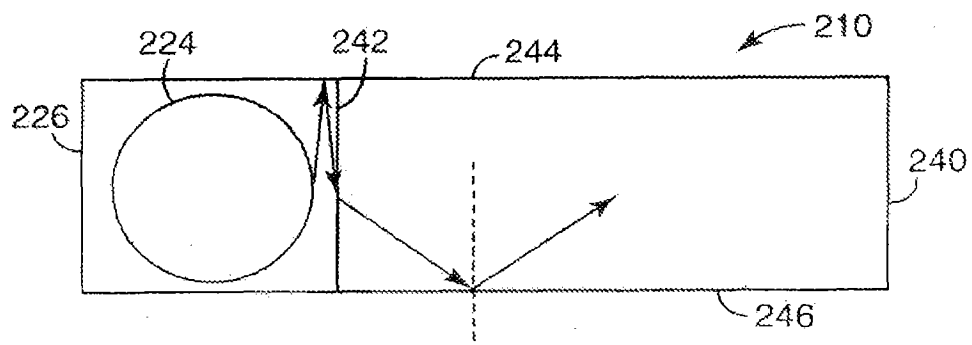


图 2

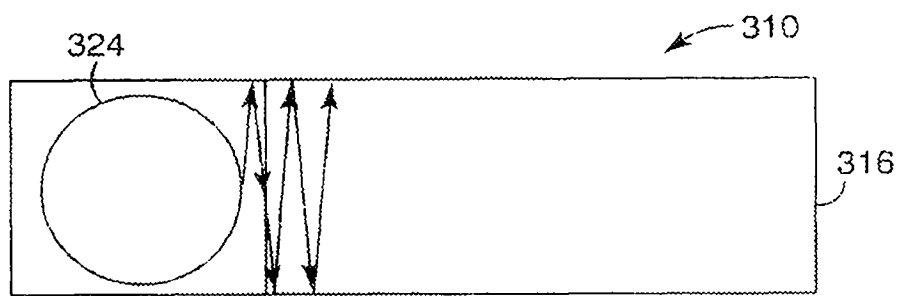


图 3

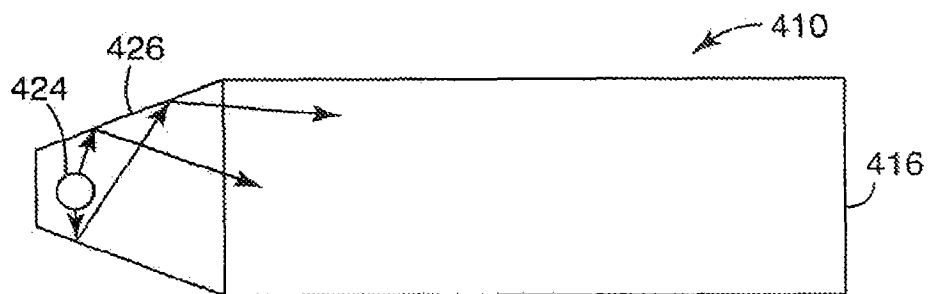


图 4

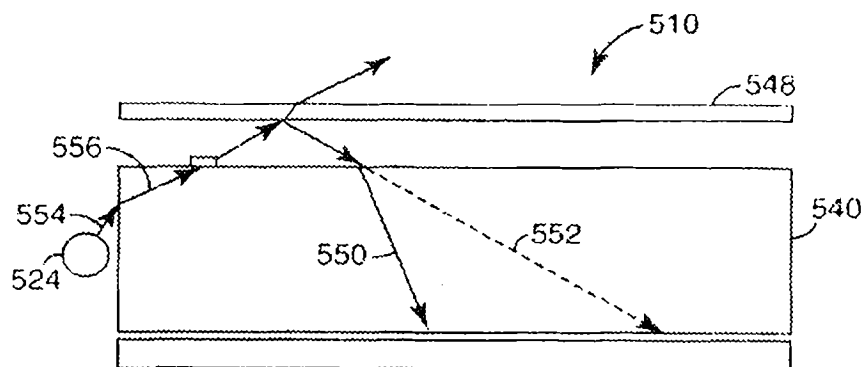


图 5

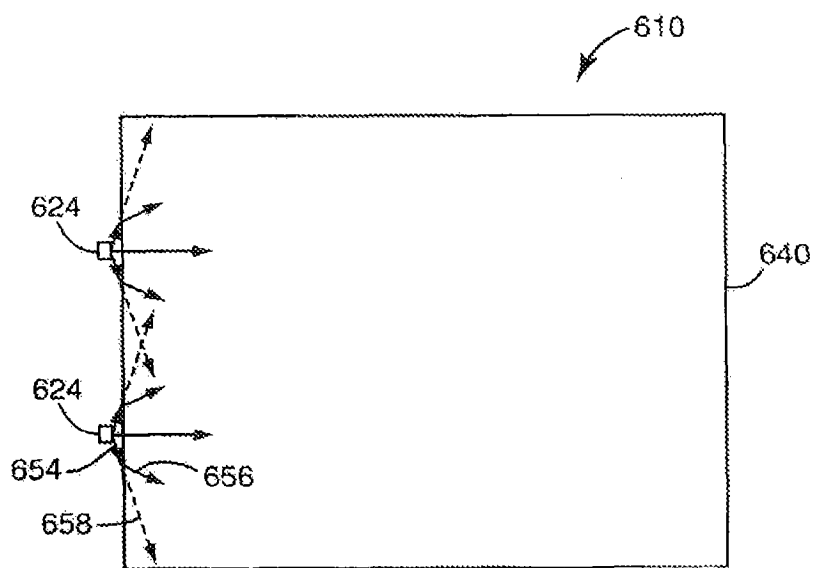


图 6

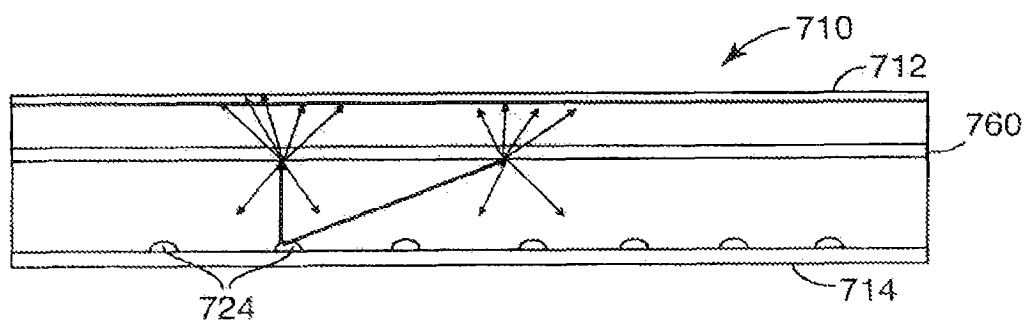


图 7

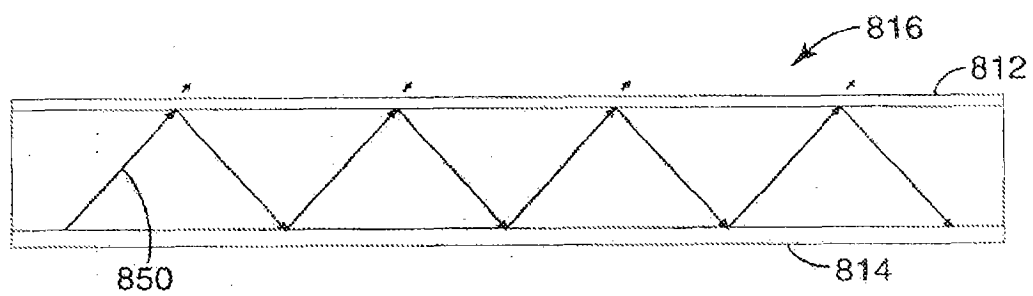


图 8

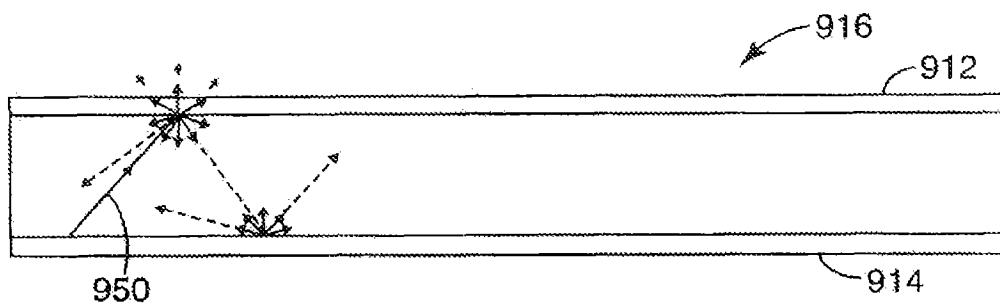


图 9

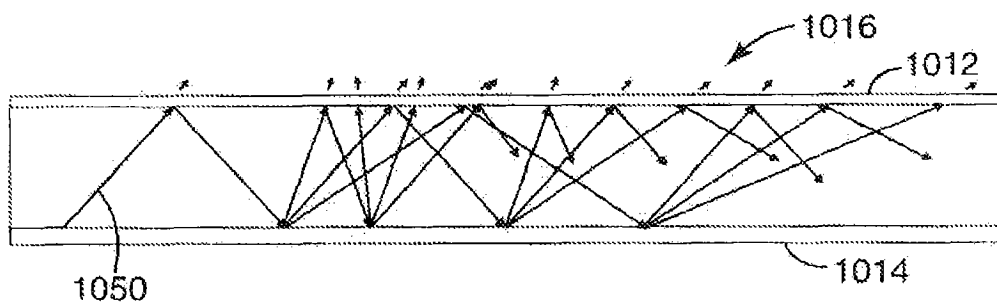


图 10

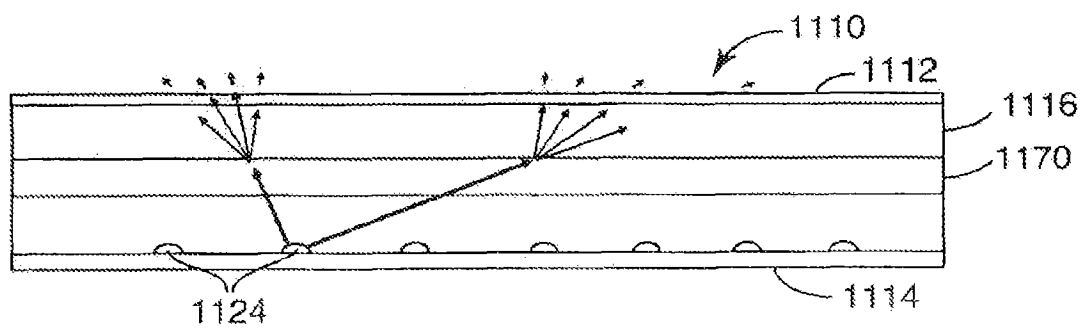


图 11

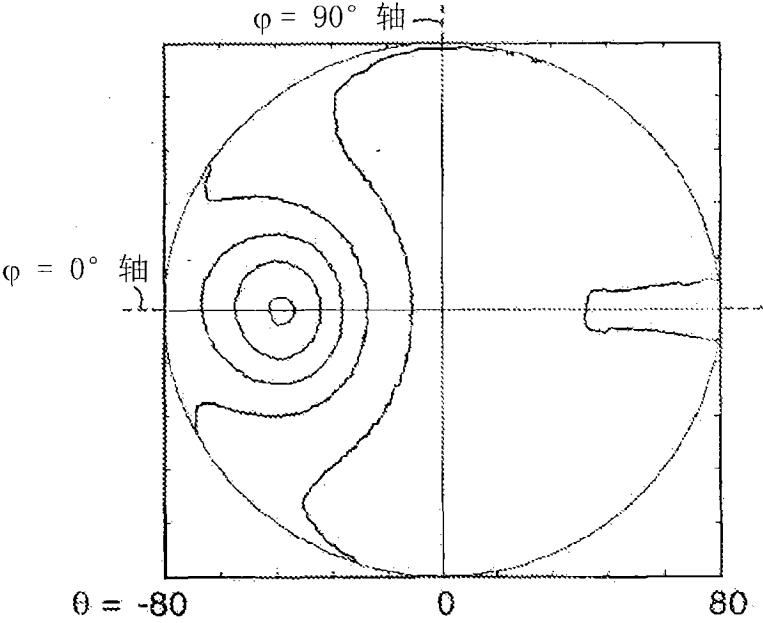


图 12

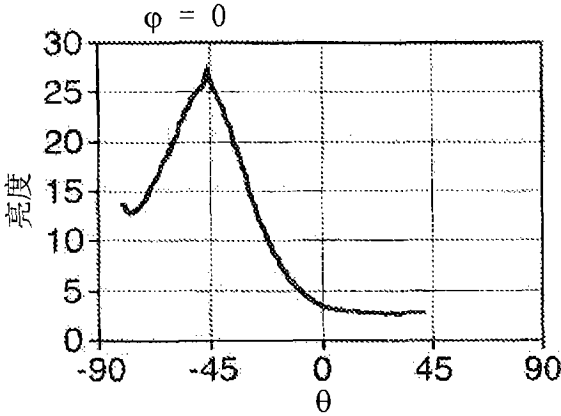


图 13a

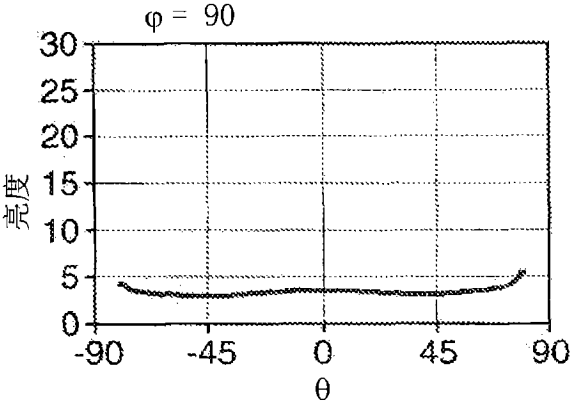


图 13b

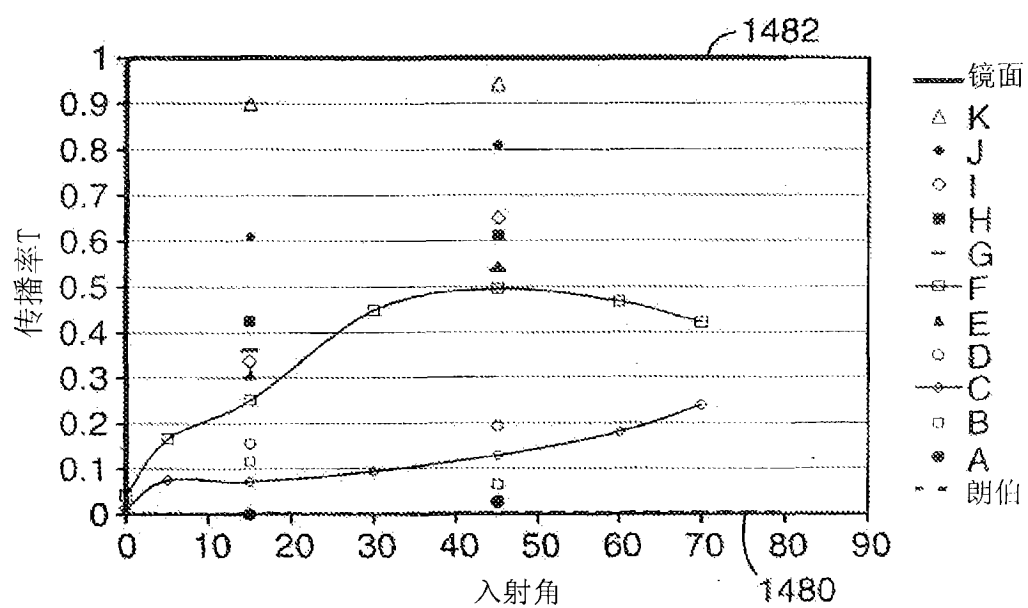


图 14

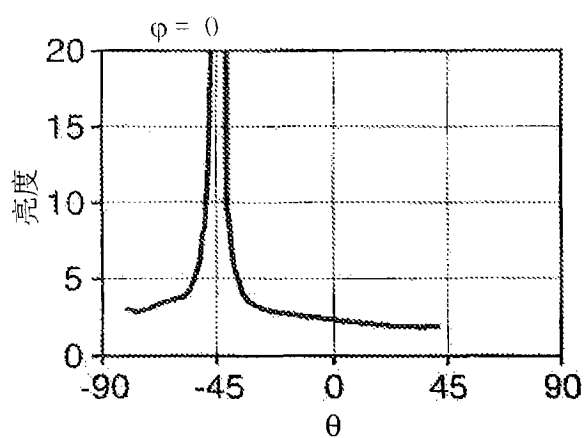


图 15a

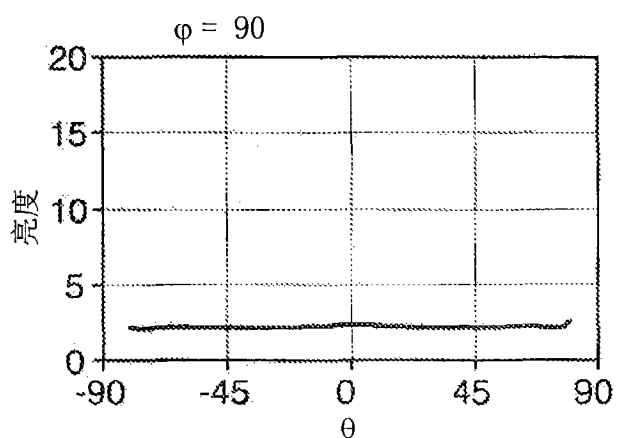


图 15b

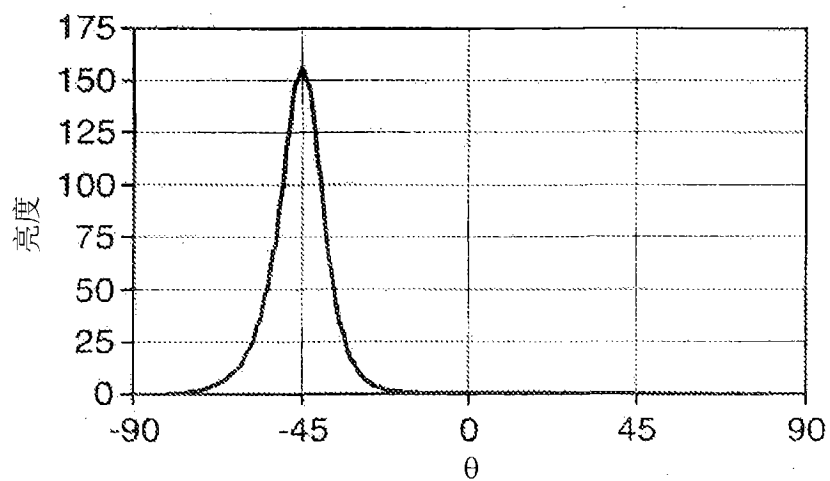


图 16

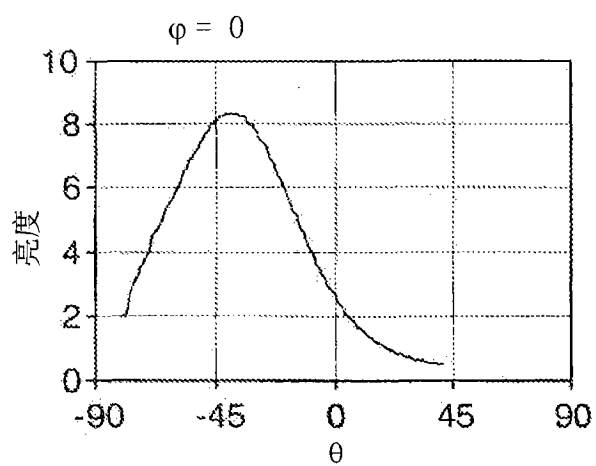


图 17a

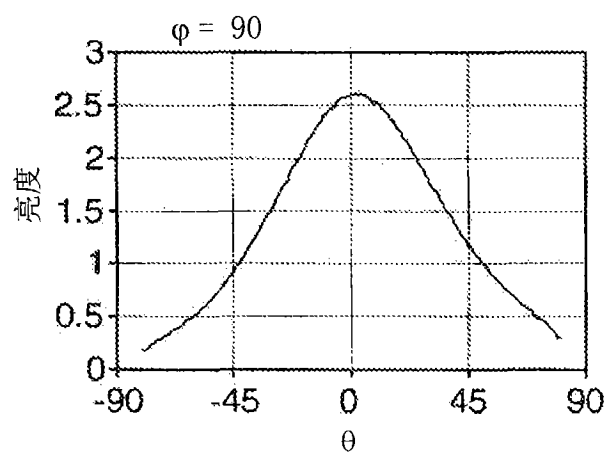


图 17b

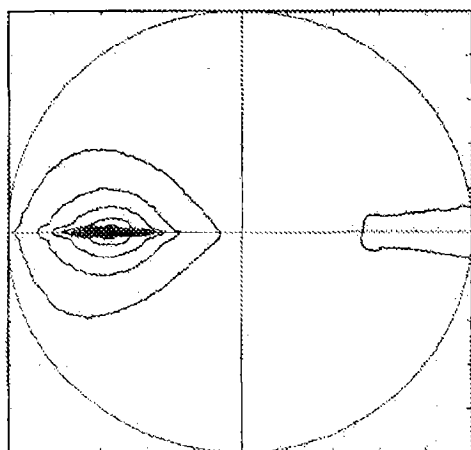


图 18a

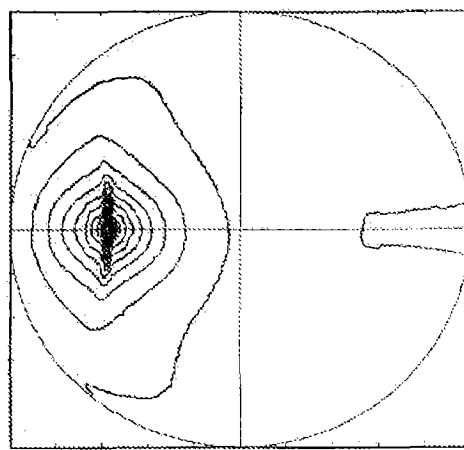


图 18b

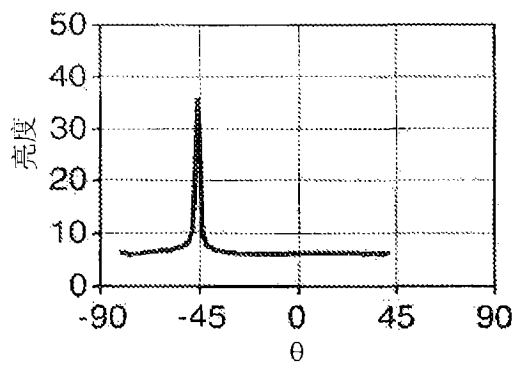


图 19a

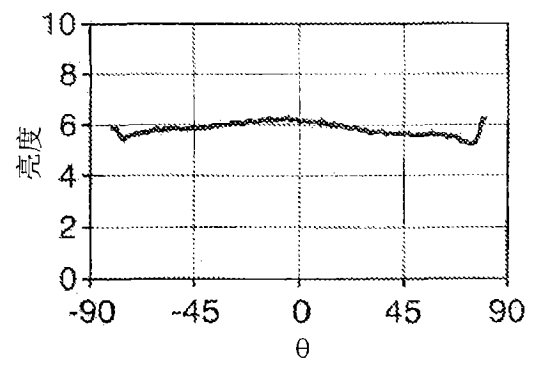


图 19b

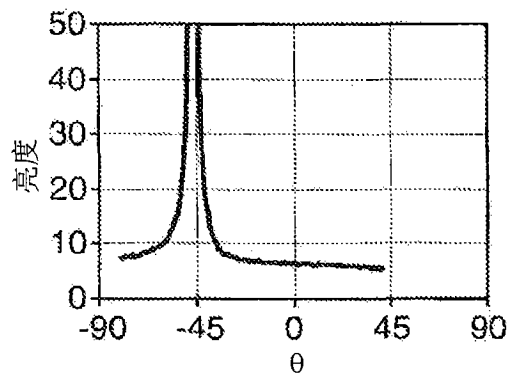


图 20a

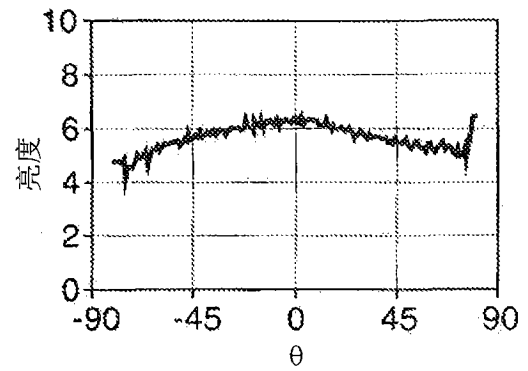


图 20b